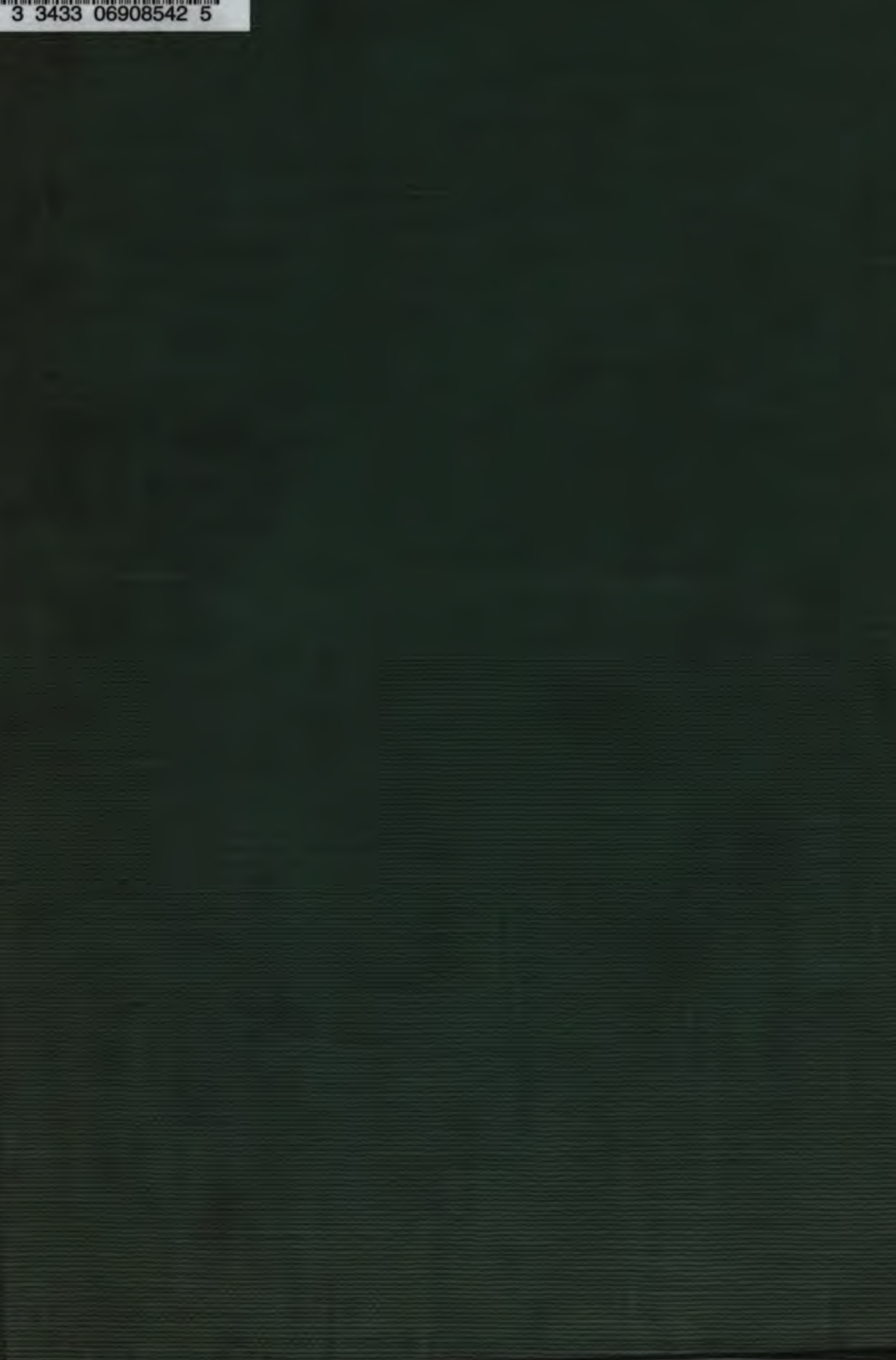








ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

von

E. Abbe in Jena, Fr. Arzberger in Wien, C. Bamberg in Berlin, C. M. v. Bauernfeind in München, W. Foerster in Berlin, R. Fuess in Berlin, H. Haensch in Berlin, E. Hartnack in Potsdam, W. Jordan in Hannover, H. Kronecker in Bern, A. Kundt in Strassburg i. E., H. Landolt in Berlin, V. v. Lang in Wien, L. Loewenherz in Berlin, S. v. Merz in München, G. Neumayer in Hamburg, J. A. Repsold in Hamburg, A. Rueprecht in Wien, K. Schellbach in Berlin, F. Tietjen in Berlin.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

Fünfter Jahrgang 1885.



Berlin 1885.

Verlag von Julius Springer.

Monbijouplatz 3.

Inhalts-Verzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Referate.

Vereinsnachrichten.

Patentschau.

Für die Werkstatt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. **Leman** und Dr. A. **Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **Januar 1885.** Erstes Heft.

Das Strobomikrometer, ein Instrument zur Messung kleinster Gangunterschiede zweier senkrecht zu einander polarisirter Lichtstrahlen.

Von

Dr. **W. Zenker** in Potsdam.

Die Auffindung einer Methode, durch welche es gelingt, die Grenze der Messbarkeit näher als bisher möglich gegen das Unendlichkleine vorzuschieben, muss, dünkt mich, immer als ein Fortschritt angesehen werden, wenn auch vorläufig die praktische Anwendung der Methode mit Schwierigkeiten verbunden oder auf einen engeren Kreis von Fällen beschränkt sein mag. Es ist alsdann Aufgabe Derjenigen, welche ihren Messungen auf dem betreffenden Gebiete die grösste Feinheit zu geben wünschen, die instrumentellen Hilfsmittel nach den Anforderungen der neuen Methode einzurichten. Dann erweitert sich mit der Zeit von selbst die Anwendbarkeit derselben.

Das Strobomikrometer ist ein Messapparat für minimale Weglängen. Sein Name bedeutet, dass es dieselben durch Bestimmung des Drehungswinkels misst, um welchen die Polarisationsebene eines Lichtstrahles von einer Normallage abweicht. Das Instrument sei hier in seiner einfachsten Form beschrieben, in welcher seine Anwendbarkeit allerdings nur eine sehr beschränkte ist. Ich behalte mir indessen vor, Anordnungen zu beschreiben, durch deren Verbindung mit dem Apparat mannigfache andere und darunter höchst bedeutsame Aufgaben ihrer Lösung zugeführt werden.

1. Princip des Instruments: Geht ein Bündel paralleler Strahlen Natronlichts durch ein Nicol, dann aber durch eine nicht absorbirende doppeltbrechende Platte, deren beide Polarisationsebenen rechts und links um 45° von derjenigen des Nicols divergiren, so wird das ursprüngliche Strahlenbündel in zwei solche von gleicher Intensität gespalten, deren Polarisationsebenen gegen einander senkrecht stehen. Beim Austritt aus der doppeltbrechenden Platte werden die Strahlen im Allgemeinen einen Gangunterschied haben, der aber in einzelnen Fällen auch gleich Null sein kann.

Sind in der doppeltbrechenden Platte die Indices für die beiden Strahlenbündel ungleich und somit auch die Intensitätsverluste, welche die letzteren beim Eintritt in die doppeltbrechende Platte und beim Austritt aus derselben erfahren, so können die Intensitäten der beiden austretenden Strahlenbündel nur durch eine zweckmässige kleine Abweichung von dem Winkel 45° ausgeglichen werden. Sei z. B. der Brechungsindex für das Natriumlicht in der doppeltbrechenden Platte in der einen Richtung $n_1 = 1{,}5$, in der darauf senkrechten $n_2 = 1{,}6$, so sind die Reflexionsverluste in der ersteren Richtung $= 2\left(\frac{n_1-1}{n_1+1}\right)^2 = 0{,}080$, in der anderen Richtung $= 2\left(\frac{n_2-1}{n_2+1}\right)^2 = 0{,}1065$. Die Intensitäten der durchgehenden Strahlen würden also sein $J_1 = \frac{1}{2}J \,.\, 0{,}920$ und $J_2 = \frac{1}{2}J \,.\, 0{,}8935$, wo J die Intensität des Strahles vor der Zerlegung ist. Sollen J_1 und J_2 einander gleich werden, so muss die Platte auf einen Winkel gestellt werden, dessen Tangente $= \sqrt{\frac{0{,}8935}{0{,}920}}$ ist, d. h. auf den Winkel von 44° 35′, von derjenigen Polarisationsebene aus gezählt, auf

welche sich der grössere Brechungsindex bezieht. Eine Vernachlässigung dieser Correction, welche am besten durch nachträgliche Drehung des polarisirenden Nicols um 25′ zu bewirken ist, muss natürlich Fehler zur Folge haben, auf welche unten näher eingegangen wird.

Treffen die aus der doppeltbrechenden Platte austretenden Strahlen in ihrem weiteren Laufe auf ein Glimmerblättchen, welches für den Strahl D einen Gangunterschied von $\frac{\lambda}{4}$ hervorbringt und dessen Polarisationsrichtungen wieder um 45° von denjenigen der doppeltbrechenden Platte divergiren, so werden beide Strahlen circular polarisirt, der eine rechts, der andere links. Diese beiden circular polarisirt austretenden Strahlen verhalten sich, da sie auch von gleicher Intensität sind, genau so wie die aus einem senkrecht zur Axe geschnittenen Quarz austretenden rechts und links circular polarisirten Strahlen, in welche ein linear polarisirter Lichtstrahl bei seinem Eintritt in den Quarz zerfallen ist. Das heisst: sie setzen sich wieder zu einem einzigen linear polarisirten Strahlenbündel zusammen, bei welchem die Lage der Polarisationsebene durch den Gangunterschied der beiden componirenden Strahlen bedingt wird.

Die Analogie beider Fälle ist eine so vollständige, dass eine weitere theoretische Behandlung zunächst unterbleiben kann. Ist der Gangunterschied der beiden Strahlen gleich Null, so ist die Polarisationsebene des resultirenden Strahls parallel der ursprünglichen (vor der Correction) des polarisirenden Nicols. Ist aber der eine Strahl hinter dem anderen zurückgeblieben, so bedingt jede Wellenlänge Gangunterschied eine Drehung der resultirenden Polarisationsebene um 180° und so fort in gerader Proportion.

Die genaue Bestimmung der Lage der Polarisationsebene eines Lichtstrahls ist aber in neuester Zeit ausserordentlich erleichtert worden durch die sogenannte Halbschattenmethode, durch welche man eine Sicherheit bis auf sehr kleine Bruchtheile eines Grades erreicht. Lippich bestimmt die von ihm bei guter (weisser) Beleuchtung erreichte Sicherheit auf weniger als 0,°001[1]; wird diese Genauigkeit auch hier zu Grunde gelegt, so würde man im Stande sein, einen Wegunterschied zu bestimmen von

$$\frac{1}{1800}\lambda_D = 0{,}000000333 \text{ mm}.$$

Durch welche Fehler diese Genauigkeit beeinträchtigt werden kann, wird in einem späteren Abschnitt ausführlich erörtert werden.

2. Construction und Adjustirung: Das Instrument gleicht bei horizontaler Anordnung seiner Theile einem Mitscherlich'schen Saccharimeter, bei verticaler einem Mikroskop. Als Lichtquelle (siehe die nebenstehende schematische Darstellung) dient eine möglichst helle Natriumflamme F. Eine einfache Spiritus-Natriumflamme ist zu lichtschwach: dagegen zeigte sich ein Bunsen'scher Gasbrenner mit doppeltem Zug sehr geeignet. Ein Platinnetz trug die von Zeit zu Zeit erneuerten Kochsalzstückchen. Noch günstiger würde jedenfalls eine Gas- oder Spiritusflamme mit Sauerstoffgebläse wirken und die Anwendung eines solchen würde eine noch grössere Schärfe des Resultats erreichbar machen.

Das dieser Flamme zugekehrte polarisirende Nicol P ist zuerst einzusetzen, darnach der Halbschattenapparat Q mit dem analysirenden Nicol A. In meinem Probe-Instrument besteht der Halbschattenapparat aus zwei Quarzplatten, senkrecht zur Axe

[1] Lippich über ein neues Halbschatten-Polarimeter, diese Zeitschrift 1882, S. 167. Ja, er sagt: „Kleine Drehungen der Polarisationsebene, die keine spectrale Auflösung des Lichtes erfordern, konnten bei Sonnen- oder Knallgaslicht mit einem wahrscheinlichen Fehler bestimmt werden, der 0,2′ gewiss nicht überschreitet."

schnitten, deren jede — 0,23 mm stark — die Polarisationsebene des Natriumlichts um dreht, die eine nach rechts, die andere nach links. In mancher Beziehung würde er die Anwendung einer Laurent'schen Platte vortheilhafter sein, da man an einer lchen den Divergenzwinkel der beiden Polarisationsebenen beliebig verstellen kann. ie Doppelplatte liegt im Focus eines kleinen Fernrohrs, welches mitsammt dem darin efindlichen analysirenden Nicol A um seine Axe drehbar ist. Die Stellung der Doppel- latte ist willkürlich und wird daher in den meisten Fällen so gewählt werden, dass die Trennungslinie der beiden Hälften, die übrigens möglichst fein erscheinen muss, ufrecht steht.

Die Nicols müssen — wie bei allen Halbschatten-Apparaten — senkrechte End- lächen haben und parallel der Axe geschnitten sein.[1])

Wird nun die Polarisationsebene des analysirenden Nicols senkrecht gestellt gegen lie des polarisirenden, so tritt auf den beiden Hälften der Doppelplatte Halbschatten- gleichheit ein. Nun schaltet man die noch fehlenden Stücke ein, zuerst die doppelt- brechende Platte D, darauf die Glimmerplatte G, jede einzeln, und stellt sie so, dass mmer wieder die Halbschattengleichheit vorhanden ist. Jede Ungenauigkeit dieser Vor- bereitungen muss natürlich Fehler im Resultat hervorrufen, welche weiter unten eingehende Erörterung finden.

Darnach dreht man die doppeltbrechende Platte um 45° und den Polarisator um den Betrag der erforderlichen oben erörterten Correction. Dann stehen die Theile des Apparats in der oben vorgeschriebenen Stellung zu einander. War bei dem Durchtritt der Strahlen durch die doppeltbrechende Platte kein Gangunterschied eingetreten, so müssen die Halbschatten in den beiden Hälften der Doppelplatte nach wie vor gleich hell sein; war aber ein Gangunterschied eingetreten, so lässt sich die Halbschattengleich- heit nur durch Drehung des analysirenden Nicols wieder herstellen. Der Drehungswinkel ist das Maass des eingetretenen Gangunterschieds bis zur Höhe einer Wellenlänge.

3. Fehlerquellen. *A. Das Natriumlicht. Helligkeit.* Wenn alle Polarisations- ebenen im Apparat richtig eingestellt sind, so ist die Drehung des analysirenden Nicols nur noch mit dem Fehler behaftet, der aus der mangelhaften Empfindlichkeit des Auges für die kleinsten Helligkeitsunterschiede der beiden Halbschattenfelder entspringt.

Nennen wir q den Winkel, um welchen die Polarisationsebene des Natriumlichts durch jeden der beiden Quarze der Doppelplatte gedreht wird, so würde bei genau richtiger Einstellung des Analysators die Helligkeit der Halbschatten auf beiden Hälften der Doppelplatte sein:

$$H = Lk \sin^2 q,$$

wo L die Helligkeit der Flamme innerhalb des beleuchtenden Feldes und k eine Constante bedeutet, welche kleiner als 1 ist, da $1 - k$ die Lichtverluste durch Reflexionen nd Absorptionen bezeichnen soll, welche innerhalb des Apparats stattfinden. Ist aber ei der Einstellung des Analysators ein Fehler in maximo gleich α geschehen, so wird uf der einen Hälfte der Doppelplatte $H_1 = Lk \sin^2 (q + \alpha)$, auf der anderen $H_2 = Lk \sin^2 (q - \alpha)$ sein. Es entsteht also ein Helligkeitsunterschied

$$\delta H = Lk \left(\sin^2 (q + \alpha) - \sin^2 (q - \alpha) \right) = Lk \sin 2q \sin 2\alpha.$$

Da aber nach dem Fechner'schen Gesetz die Empfindung von Helligkeitsunter- schieden nicht von deren wirklichem Betrage abhängt, sondern von ihrem Verhältniss

[1]) Diese Zeitschrift 1881. S. 135. Referat über Polarisations-Prismen.

zur Helligkeit des Grundes, so ist die durch den Fehler α verursachte, latent bleibende **Empfindung** auszudrücken durch den Quotienten:

$$E = \frac{Lk \sin 2\alpha \sin 2q}{Lk \sin^2 q} = 2 \cot q \sin 2\alpha = 4\alpha \cot q, \tag{1}$$

wenn $\sin 2\alpha = 2\alpha$ gesetzt wird.

Diesem Fehler unseres Auges haben wir also die falsche Einstellung um α zuzuschreiben, und über diesen Betrag hinaus wird unser Auge auch bei ferneren Einstellungen nicht fehlgehen.

Es könnte scheinen, als ob wir durch Verkleinerung von q auch α beliebig klein machen könnten. Dies ist indessen nur der Fall, solange die Grundhelligkeit $Lk \sin^2 q$ noch genügend im Auge empfunden wird. Geschieht dies nicht mehr, so hört die Giltigkeit des Fechner'schen Gesetzes auf. Das anwendbare Minimum von $Lk \sin^2 q$ ist daher eine constante Grösse, die wir H' nennen wollen; dann ist also

$$\sin^2 q = \frac{H'}{Lk} \quad \text{und} \quad \cot q = \sqrt{\frac{Lk}{H'} - 1}. \tag{2}$$

Je grösser also L ist, um so kleiner kann q gemacht werden und damit auch α.

Es ist daher zweckmässig, das Natriumlicht so intensiv wie möglich anzuwenden, zugleich aber eine Doppelplatte mit verstellbarem Winkel (Laurent). Ungefähr würde dann α proportional $\sqrt{\frac{1}{L}}$ gehalten werden können.[1]

B. Die Duplicität des Natriumlichtes. Da das Natriumlicht nicht aus einem, sondern wesentlich aus zwei Strahlen von verschiedener Wellenlänge besteht, so muss der Gangunterschied (wenn nicht gleich Null) in jedem dieser beiden Strahlen ein anderer sein und für jeden muss daher die resultirende Polarisationsebene eine andere Lage haben. Je grösser der Gangunterschied der Strahlen und also die Divergenz der beiden Polarisationsrichtungen, desto unklarer muss die Auslöschung und die Halbschattenstellung werden. Nennen wir diese Divergenz 2ν, so ist die Helligkeit der Halbschatten H_1 nicht mehr $= Lk \sin^2 q$, sondern

$$H_1 = \frac{Lk}{2}\left(\sin^2(q+\nu) + \sin^2(q-\nu)\right)$$

und die durch Drehung des Analysators um den kleinen Winkel α_1 bewirkte Helligkeitsdifferenz

$$\delta H_1 = \frac{Lk}{2}\left[\sin^2(q+\nu+\alpha_1) + \sin^2(q-\nu+\alpha_1) - \sin^2(q+\nu-\alpha_1) - \sin^2(q-\nu-\alpha_1)\right].$$

Wenn hierin $\cos \alpha_1 = 1$ und $\sin \alpha_1 = \alpha_1$ gesetzt wird, so ergiebt sich

$$\delta H_1 = Lk\alpha_1\left(\sin 2(q+\nu) + \sin 2(q-\nu)\right).$$

Daraus berechnet sich die Empfindlichkeitsgrenze

$$E = 2\alpha_1 \frac{\sin 2(q+\nu) + \sin 2(q-\nu)}{\sin^2(q+\nu) + \sin^2(q-\nu)}. \tag{3}$$

Wir wollen den Werth dieses Ausdrucks und denjenigen von α_1 für bestimmte Fälle ermitteln.

a) Ist ν gleich 0, so wird

$$E = 2\alpha_1 \frac{2 \sin 2q}{2 \sin^2 q} = 4\alpha_1 \cot q \quad \text{und} \quad \alpha_1 = \alpha. \qquad \text{(S. Formel 1).} \tag{3a}$$

[1] Bemerkenswerth ist übrigens hierbei, dass aus den am Besten übereinstimmenden Zahlenangaben, welche Lippich über seine Versuche giebt, sich $E = \frac{1}{50}$ berechnet, womit also das Verhältniss der eben noch erkennbaren Helligkeitsdifferenz zur Grundhelligkeit bezeichnet ist.

b) Ist $\nu = \frac{q}{2}$, so wird

$$E = 2\alpha_1 \frac{\sin(2q+q) + \sin(2q-q)}{\sin^2(q+\frac{q}{2}) + \sin^2(q-\frac{q}{2})} = \alpha_1 \frac{2\sin 2q \cos q}{\sin^2 q \cdot \cos^2\frac{q}{2} + \cos^2 q \sin^2\frac{q}{2}} = 8\alpha_1 \frac{\operatorname{tg}\frac{q}{2}}{\operatorname{tg}^2 q + \operatorname{tg}^2\frac{q}{2}}.$$

Da die Werthe von E unter einander gleich sind, so ist auch (s. Formel 1)

$$8\alpha_1 \frac{\operatorname{tg}\frac{q}{2}}{\operatorname{tg}^2 q + \operatorname{tg}^2\frac{q}{2}} = 4\alpha \cot q$$

und daraus folgt

$$\frac{\alpha_1}{\alpha} = \frac{\operatorname{tg}^2 q + \operatorname{tg}^2\frac{q}{2}}{2\operatorname{tg} q \operatorname{tg}\frac{q}{2}}.$$

Da die Winkel q im Allgemeinen ziemlich klein gewählt werden dürften, so können wir ohne zu grossen Fehler $\operatorname{tg} q = 2\operatorname{tg}\frac{q}{2}$ setzen und erhalten dann

$$\alpha_1 = \frac{5}{4}\alpha. \tag{3b}$$

D. h. durch eine Divergenz zwischen den resultirenden Polarisationsebenen der beiden D-Strahlen um q wird der Winkelfehler bei den Einstellungen (in maximo) um $^1/_4$ vergrössert.

c) Ist endlich $\nu = q$, so wird

$$E = 2\alpha_1 \frac{\sin 4q}{\sin^2 2q} = 4\alpha_1 \cot 2q,$$

$$\text{also } \frac{\alpha_1}{\alpha} = \frac{\operatorname{tg} 2q}{\operatorname{tg} q} \text{ d. h. ungefähr } \alpha_1 = 2\alpha. \tag{3c}$$

Nehmen wir, wie in der obigen Beschreibung, $2q = 10°$ an, so entspricht eine solche Divergenz der beiden D-Strahlen einer Gesammtdrehung von 9815° d. h. einem Gangunterschied der rechtwinklig zu einander polarisirten Strahlen von $\frac{9815}{180}$ oder etwa 54,5 Wellenlängen, gleich etwa 0,0333 mm.

Erst wenn der Gangunterschied der beiden Strahlen 981 Wellenlängen (etwa 0,6 mm) beträgt oder ein Mehrfaches davon, fallen die resultirenden Polarisationsrichtungen wieder über einander. Es wird daher für die Schärfe der Bestimmungen gut sein, wenn die Gangunterschiede möglichst nahe einem dieser Congruenzpunkte liegen.

C. Einstellung der doppeltbrechenden Platte. Wäre der Winkelfehler in der anfänglichen Stellung der doppeltbrechenden Platte gegen den Polarisator gleich β, so ginge an Licht durch dieselbe in der einen (sagen wir „senkrechten") Polarisationsrichtung die Quantität $Lk\cos^2\beta$, in der anderen („waagerechten") $Lk\sin^2\beta$. Da auch der Analysator um den Fehler α fehlerhaft steht, so ist die Helligkeit der beiden Theile der Doppelplatte:

$$1)\qquad Lk\left[\cos^2\beta \sin^2(q+\alpha-\beta) + \sin^2\beta \cos^2(q+\alpha-\beta)\right],$$

$$2)\qquad Lk\left[\cos^2\beta \sin^2(q-\alpha+\beta) + \sin^2\beta \cos^2(q-\alpha+\beta)\right],$$

was den Helligkeitsunterschied ergiebt:

$$\delta H = Lk \sin 2q \sin 2(\alpha-\beta),$$

also nach Division mit $Lk\sin^2 q$:

$$E = 2\cot q \sin 2(\alpha-\beta) = 4(\alpha-\beta)\cot q. \tag{4}$$

zur Helligke[illegible] muss β zwischen 0 und
Empfindun[illegible]

[illegible] Winkelfehler in der Stellung der
wenn ein [illegible] in der einen („senkrechten")

[illegible]
schreiben [illegible]
stellungen [illegible] $(\beta - \gamma)$].

[illegible]
machen [illegible]
noch ge[illegible] $(\beta - \gamma)$].
keit d[illegible] Analysator treten, sieht man die
daher [illegible]

[illegible] $\sin^2 (\varphi + \alpha - \gamma)$
[illegible] $\sin^2 (\varphi + \alpha - \gamma)$].

[illegible] $\sin^2 (\varphi - \alpha + \gamma)$
[illegible] $\sin^2 (\varphi - \alpha + \gamma)$].

[illegible]

[illegible] $(\beta - \gamma)$.

[illegible] $= 2\alpha - \gamma$)

[illegible] (5)

[illegible] zwischen 0 und $+ 2\alpha$
[illegible] aller Platten die
[illegible] der einerseits
[illegible] diese Sicherheit
[illegible] dem Doppelquarz
[illegible] ähnliche Beob-
[illegible] unmöglich macht. Nur
[illegible] Hälfte der Quarz-
[illegible] diese falsche
[illegible] zu erkennen. Es
[illegible] Platten die oben
[illegible]

[illegible] Doppel-[illegible] unserem Apparat als
[illegible] wohl anwendbar
[illegible] Doppelquarzplatten, senkrecht zur Axe
[illegible] Platten [illegible] sind 0,0867 bis
[illegible] zwischen dem ordent-
[illegible] Gangunterschied von $1^1/_2$ Wellen-
[illegible] halbe Gesichtsfeld bedeckt, so werden
[illegible] symmetrisch zur Axe der Quarzplatte liegen.
[illegible] Man kann daher den Drehungswinkel

der beiden Polarisationsrichtungen je nach der Intensität der Beleuchtung zweckmässig variiren. Nur unter dieser Voraussetzung bietet eine Steigerung der Helligkeit die oben unter A bezeichneten Vortheile.

Wollte man aber etwa die Untersuchungen auch mit andersfarbigem Lichte anstellen, so würde in diesem der durch die Laurent'sche Platte hervorgebrachte Gangunterschied ein anderer sein. Es würde ausser dem ursprünglichen linear polarisirten Strahl ein elliptisch polarisirter auftreten, welcher das Erreichen einer Halbschattengleichheit stören oder auch völlig verhindern würde.

Die Quarzdoppelplatten, welche senkrecht zur Axe geschnitten sind, lassen solche Fehler nicht befürchten. Die Drehung ist für die verschiedenen Farben ungleich, doch bleibt die Polarisation immer eine lineare. Ungleiche Dicken würden eine Verschiebung des Nullpunktes herbeiführen, sind indessen leicht zu vermeiden. Dagegen entbehren sie des Vortheils, den die Veränderlichkeit des Divergenzwinkels der Polarisationsrichtungen mit sich bringt. Ueber einander verschiebbare Quarzkeile, senkrecht zur Axe geschnitten, dürften wegen der Feinheit der Theile sehr schwierig herstellbar sein.

F. Drehung der doppeltbrechenden Platte. Die doppeltbrechende Platte muss, wie oben gesagt, um 45° gedreht werden. Hiermit zugleich muss eine Correction in der Stellung des polarisirenden Nicols vorgenommen werden, welche bereits besprochen ist. Nehmen wir an, dass die Drehung der doppeltbrechenden Platte um den Winkel δ, welcher von der Güte des Theilkreises abhängt, fehlerhaft geschehe. Er macht sich nicht wie α, β und γ, dem Auge sofort erkennbar und kann deswegen vielleicht ein Mehrfaches von α betragen.

Die nächste Folge des Fehlers ist, dass die beiden Strahlenbündel, welche senkrecht gegen einander polarisirt aus der doppeltbrechenden Platte austreten, nicht mehr von gleicher Intensität sind. In dem einen (sagen wir „rechts") ist $J_r = Lk \sin^2(45° + \delta)$, in dem anderen („links") $J_l = Lk \cos^2(45° + \delta)$.

Bei dem Durchtritt durch die Glimmerplatte theilt sich das Bündel „rechts" in ein „senkrechtes" von der Quantität $Lk \sin^4(45° + \delta)$ und der Amplitude $A \sin^2(45° + \delta)$ und ein „waagerechtes" mit $\frac{\lambda}{4}$ Verzögerung von der Quantität $Lk \sin^2(45° + \delta)\cos^2(45° + \delta) = Lk\frac{\cos^2 2\delta}{4}$ und der Amplitude $\frac{A}{2}\cos 2\delta$. Das Bündel links, welches um $\eta\lambda$ verzögert sein mag, zerfällt in ein „senkrechtes" Bündel $Lk \cos^4(45° + \delta)$ mit der Amplitude $A \cos^2(45° + \delta)$ und in ein „waagerechtes" mit wiederum $\frac{\lambda}{4}$ Verzögerung, derselben Quantität und Amplitude wie vorhin.

Jedes von diesen beiden Strahlenpaaren vereinigt sich zu je einem elliptisch (wenn $\delta = 0$, circular) fortschreitenden Strahl, der eine rechtsdrehend, der andere linksdrehend. Von beiden sind die um $\frac{\lambda}{4}$ verzögerten „waagerechten" Strahlen von gleich grosser Amplitude, die senkrechten dagegen verschieden. Wenn beide waagerechte Schwingungen gleichzeitig stattfinden und sich addiren, dann finden die senkrechten zwar auch gleichzeitig statt, aber da die Circularbewegungen einander entgegengesetzt sind, subtrahiren sie sich von einander, und ebenso umgekehrt.

Um den Charakter der aus beiden elliptischen Schwingungen resultirenden Bewegung an einzelnen Fällen zu ermitteln, sei zunächst 1) der Gangabstand der „waagerechten" Componenten $= \frac{\lambda}{2}$, so dass dieselben einander aufheben; dann addiren sich die „senkrechten" zu einer linearen Schwingung von der Amplitude

$$A_1| = A\left[\sin^2(45° + \delta) + \cos^2(45° + \delta)\right] = A,$$

wobei A die Amplitude des aus dem Polarisator hervorgehenden linear polarisirten Strahls bedeutet.

2) Ist dagegen der Gangunterschied der horizontalen Schwingungen gleich Null oder gleich λ oder einem Vielfachen davon, so addiren sich beide zu der Amplitude

$$\underline{A_2} = 2A \sin(45^\circ + \delta) \cos(45^\circ + \delta) = A \cos 2\delta = A.$$

Die senkrechten subtrahiren sich von einander und ergeben

$$A_2| = A\left[\sin^2(45^\circ + \delta) - \cos^2(45^\circ + \delta)\right] = A \sin 2\delta.$$

Die Schwingung ist also in diesem Fall elliptisch, doch liegt die grosse Axe richtig.

3) Sei endlich der Gangunterschied der „waagerechten" Strahlen $= \frac{\lambda}{4}$, so combiniren sich beide zu einer linearen Schwingung mit $\frac{\lambda}{8}$ Verspätung und der Amplitude

$$\underline{A_3} = A \cos 2\delta \sin 45^\circ = A \sqrt{\tfrac{1}{2}}.$$

Die senkrechten combiniren sich zu einer fast gleichzeitigen linearen Schwingung, deren Wendepunkt in der Entfernung arc φ, von der Kreuzungsstelle der beiden Schwingungen gerechnet, erreicht ist, wenn

$$A \sin^2(45^\circ + \delta)\, \Delta \sin \varphi + A \cos^2(45^\circ + \delta)\, \Delta \cos \varphi = 0,$$

d. h. $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \delta)$ ist. Da aber δ sehr klein ist, so darf $\operatorname{tg}(45^\circ + \delta) = 1 + 2\delta$ und $\operatorname{tg} \varphi = 1 + 4\delta$ gesetzt werden. Dann ergiebt sich

$$\varphi = 45 + 2\delta = \frac{\lambda}{8} + 2\delta.$$

Die Amplitude dieser Schwingung ist

$$A_3| = A\left[\sin^2(45^\circ + \delta) \sin(45^\circ + 2\delta) + \cos^2(45^\circ + \delta) \cos(45^\circ + 2\delta)\right]$$

$$= A \sqrt{\tfrac{1}{2}}\left[\sin^2(45^\circ + \delta)(\cos 2\delta + \sin 2\delta) + \cos^2(45 + \delta)(\cos 2\delta - \sin 2\delta)\right]$$

$$= A \sqrt{\tfrac{1}{2}}(\cos 2\delta + \sin^2 2\delta) = A \sqrt{\tfrac{1}{2}}(1 + 4\delta^2).$$

Die aus den „senkrechten" Schwingungen hervorgehende Componente ist also in diesem Falle an Grösse ungefähr der aus den „waagerechten" Schwingungen hervorgehenden gleich. Da sie aber in den Umkehrzeiten um 2δ von derjenigen der letzteren abweicht, so muss eine elliptische Schwingung entstehen, deren grosse Axe um den Winkel δ fehlerhaft liegt.

Die fehlerhafte Drehung der doppeltbrechenden Platte kann somit auch die Lage der resultirenden Polarisationsebene fehlerhaft verändern und zwar erreicht dieser Fehler in der Mitte der Quadranten sein Maximum bis zum Werthe des Einstellungsfehlers; an den Grenzen der Quadranten wird er dagegen gleich Null. Um ihn zu eliminiren, wird man am besten die doppeltbrechende Platte in allen vier Quadranten einstellen und darauf jedesmal die Lage der resultirenden Polarisationsebene beobachten. Dieselbe ist bei der Einstellung der doppeltbrechenden Platte im I. und III. Quadranten einerseits und im II. und IV. Quadranten andererseits symmetrisch gegen die Stellung bei Weggleichheit der beiden Strahlenbündel. Es ist daher zweckmässig, den Theilkreis des Analysators nach zwei Seiten hin von 0° bis 180° zu theilen. Jedenfalls muss bei dem Theilkreise der doppeltbrechenden Platte durch Nonien u. dgl. dafür gesorgt sein, dass die Einstellung und Drehung derselben mit gleicher Genauigkeit geschehen könne, wie diejenige des Analysators.

G. Correction des Polarisators. Zugleich mit der Drehung der doppeltbrechenden Platte aus einem Quadranten in den nächstfolgenden muss auch eine Umkehr der Correction des Polarisators stattfinden, der also abwechselnd rechts und links von der Nullstellung stehen muss. Fehler, welche in der Abmessung dieser Correction geschehen, corrigiren

ich leider nicht, sondern gehen unter denselben Modalitäten in das Endresultat über wie ie Fehler, welche bei der Drehung der doppeltbrechenden Platte geschehen. Das heisst so: ihre Wirkung hat ein Minimum an den Grenzen der Quadranten, ein Maximum in eren Mitte, doch erreicht dies Maximum nur den Werth $\frac{\varepsilon}{2}$, wenn wir mit ε den 'ehler des Correctionswinkels bezeichnen.

Man kann auch die Umständlichkeit der Correction des Polarisators vermeiden, wenn man an Stelle derselben eine andere übernimmt, nämlich die doppeltbrechende Platte in Harze einbettet und zwischen zwei Glasplatten legt. Die Harze müssen durch Vermischung z. B. von Canadabalsam mit Tolubalsam oder mit Copaivabalsam so abgestimmt sein, dass der Brechungsindex fast in der Mitte zwischen den beiden Brechungsindices der doppeltbrechenden Platte steht, derart dass sich für die beiden Lichtstrahlenbündel ein gleich hoher Reflexionsverlust ergiebt. Die Glasplatten sind erforderlich, um eine ebene Oberfläche wieder herzustellen. Sollten dabei die Glasplatten etwas von der planparallelen Stellung abweichen, so dürfte dies, da es beide Strahlenbündel in gleicher Weise betrifft, keine wesentlichen Nachtheile mit sich bringen.

In beiden Fällen müssen die Brechungsindices bekannt sein.

H. Circularpolarisation. Wenn die Glimmerplatte von zu grosser oder zu geringer Dicke ist, so ist der in ihr entstehende Gangunterschied innerhalb jedes der beiden eindringenden Strahlen nicht gleich $\frac{\lambda}{4}$, und es entstehen deswegen statt der kreisförmigen Schwingungen elliptische. Auch in diesem Falle entspricht die Wirkung der fehlerhaften Schwingungen den bei der doppeltbrechenden Platte entwickelten. Diese Fehler könnten zwar auch durch eine Mehrzahl von Beobachtungen eliminirt werden, doch würde es äusserst umständlich sein, an zwei Stellen des Apparats durch alle vier Quadranten hindurch beobachten zu müssen.

Es ist daher von vorn herein darauf zu sehen, dass die Glimmerplatte für den Strahl D genau $\frac{\lambda}{4}$ Gangunterschied gebe. Die Untersuchung kann im Apparate selbst geschehen, indem man die Glimmerplatte als doppeltbrechende Platte einschaltet. Man bedarf dann nicht etwa einer zweiten schon untersuchten Glimmerplatte zur Circularpolarisation, denn sollte die zweite auch mangelhaft sein, so würden deren Fehler doch nicht die Stellung des Analysators beeinflussen, da bei $\frac{\lambda}{4}$ Gangunterschied diese Stellung nahe den Grenzen der Quadranten stattfinden muss.

Für Licht, welches nicht der D-Linie angehört, sind — das ist hiernach klar — die für Natriumlicht geschnittenen Glimmerblättchen nicht correct.

5. Zusammenfassung der Fehler: Die hier erörterten Fehler zerfallen in zwei Kategorien. Die einen vermindern nur die Sicherheit der Einstellung, die andern dagegen verändern den Drehungswinkel der resultirenden Polarisationsebene. Zu der ersteren Kategorie gehören die mangelhafte Intensität und die Duplicität des Natriumlichts, zur letzteren die fehlerhafte Einstellung der Glimmerplatte, die fehlerhafte Drehung der doppeltbrechenden Platte und die fehlerhafte Correction des Polarisators.

Bei genauer Ausführung und Handhabung des Apparats können sich indessen diese Fehler niemals sehr hoch addiren, zumal δ, der Fehler in der Drehung der doppeltbrechenden Platte, durch Beobachtung in den vier Quadranten eliminirt wird. Die Summe der Fehler kann somit nach obiger Bezeichnung nur auf $\pm (\alpha + \frac{\varepsilon}{2})$ steigen. Um den doppelten Betrag dieser Grösse können aber sehr wohl zwei Bestimmungen des Wegunterschieds der Strahlenbündel in derselben doppeltbrechenden Platte differiren.

Viel günstiger zeigt sich die Empfindlichkeit des Apparats, wenn nicht derselbe Gegenstand zweimal neu eingeschaltet wird, sondern wenn er, einmal eingeschaltet, in demselben Apparate verbleibt und nur seine Veränderungen beobachtet werden, wie

sie etwa durch die Wärme oder durch andere Einflüsse veranlasst werden. Dann gehen die Fehler der zweiten Kategorie unverändert in alle zusammengehörigen Beobachtungen über und werden so eliminirt; es bleiben nur noch diejenigen der ersten Kategorie wirksam, und wenn auch diese möglichst vermieden werden, so ist für solche Untersuchungen die höchste Empfindlichkeit zu erwarten.

6. Anwendung weissen Lichts. Bedient man sich des weissen Lichts statt des monochromatischen, so sind die Wegunterschiede, in Wellenlängen ausgedrückt, für jede Strahlengattung andere, sobald sie nicht für alle gleich Null sind; es muss daher — abgesehen von diesem letzteren Fall — der Versuch, die Halbschattengleichheit herzustellen, überhaupt misslingen.

Schaltet man dagegen ein Spectroskop ein und entfernt den Halbschattenapparat, so findet man in dem Spectrum alle diejenigen Strahlen ausgelöscht, gegen deren resultirende Polarisationsrichtung die des analysirenden Nicols senkrecht steht. Man hat also etwa den Anblick, wie wenn man zwischen gekreuzten oder parallelen Nicols eine doppeltbrechende Platte angebracht hat, deren Polarisationsrichtungen um 45° von denjenigen der Nicols divergiren, und diese Combination mit einem Spectroskop verbindet. In der That würde diese Anordnung auch mit der unseres Strobomikrometers identisch sein, wenn man nur noch die Glimmerplatte in gehöriger Weise einfügte.

Der Unterschied in der Wirkung mit oder ohne Glimmerplatte ist aber folgender. Bei der Combination ohne Glimmerplatte verwischen sich die dunkeln Streifen im Spectrum mehr und mehr, je weiter man das analysirende Nicol aus seiner oben bezeichneten Stellung entfernt und bei einer Drehung desselben um 45° sind sie vollständig verschwunden. Ist aber die Glimmerplatte eingeschaltet, so bleiben bei der Drehung des Nicols die schwarzen Streifen unverändert scharf, aber — wie es als nothwendig einleuchtet — sie wandern, und zwar so, dass nach 180° Drehung immer der nächste dunkle Streifen an die Stelle des vorangehenden getreten ist.

Diese Anordnung ist leicht herstellbar und eignet sich daher für vorläufige Versuche, doch gestattet sie auch nicht annähernd eine ähnliche Schärfe der Bestimmung wie die Halbschattenmethode mit monochromatischem Licht.

Ob durch Compensationseinrichtungen, etwa ähnlich wie bei den Saccharimetern, die Anwendbarkeit des weissen Lichts ermöglicht werden kann, muss wohl bei den einzelnen Anwendungen selbst erörtert werden, da die Anordnungen und Anforderungen bei jeder speciellen Aufgabe verschieden sind.

7. Anwendbarkeit des Apparates. Die Anwendbarkeit des Apparates in dieser seiner vorliegenden Gestalt ist vorläufig noch eine sehr beschränkte. Die genaueste Ermittlung der Gangunterschiede, welche bei dem Durchgang von Lichtstrahlen durch doppeltbrechende Medien eintreten, wird vielleicht nur Wenigen besonders werthvoll erscheinen, schon eher die Möglichkeit, die Wirkungen der Wärme und anderer Naturkräfte auf diese Vorgänge verfolgen zu können.

Ich wiederhole daher, was ich schon in der Einleitung gesagt habe: es ist die Aufgabe dessen, der die Messung minimaler Grössen ausführen will, den Apparat durch zweckmässige Umgestaltung seinen Zwecken dienstbar zu machen.

Beschreibung eines Spectrographen mit Flüssigkeitsprisma.

Von
Dr. O. Lohse in Potsdam.

Mit dem Namen Spectrographen bezeichnet man kurz diejenigen Instrumente, welche dazu dienen, Spectra auf photographischem Wege zu fixiren. Die ersten Apparate dieser Art entstanden vor reichlich 40 Jahren durch das Bestreben, das Sonnenspectrum mit seinen dunklen Linien zu photographiren. So berichtete J. W. Draper bereits 1843 im *Philosophical Magazine* über einen derartigen Apparat, den er aus Spalt, Prisma und einer Linse zusammensetzte; der Spalt befand sich 11 Fuss vom Prisma, und die nahe am Prisma aufgestellte Linse war $6^1/_2$ Fuss von der lichtempfindlichen Schicht entfernt. Mit Hilfe dieses Instrumentes entdeckte Draper im unsichtbaren Theile des Sonnenspectrums feststehende Linien, welche den Fraunhofer'schen analog waren.

Im Laufe der Zeit haben sich die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Spectrographen wesentlich gesteigert, auch ist der Wirkungskreis des Instrumentes ein beträchtlich grösserer geworden, so dass, den verschiedenen Zwecken entsprechend, in Form und Ausdehnung sehr variirende Constructionen entstanden sind. Ohne hierauf näher einzugehen, will ich an dieser Stelle einen Spectrographen beschreiben, der nach meinen Angaben für das astrophysikalische Observatorium bei Potsdam hergestellt worden ist. Es kam darauf an, ein Instrument von geringen Dimensionen zur Verfügung zu haben, welches zu einer bequemen und vielseitigen Verwendung bei photographischen Untersuchungen oder für spectralanalytische Zwecke bereit stand. Neben handlicher Form sollte das Instrument noch den Bedingungen genügen, möglichst lichtstark zu sein und nicht zu geringe Zerstreuung zu besitzen. Anfänglich benutzte ich für den Zweck ein dreifaches Glasprisma mit gerader Durchsicht für die Fraunhofer'sche Linie *G*, wo für die gewöhnlichen photographischen Verfahrungsarten das Maximum der Wirkung liegt. Dieses Prisma befriedigte wegen der Beengung des lichtdurchlassenden Querschnittes und ferner deshalb nicht, weil das angewandte Flintglas das ultraviolette Licht stark absorbirte; es fand also bei den zu Grunde gelegten Dimensionen der optischen Theile eine allgemeine, ausserdem aber auch eine partielle Lichtschwächung statt. Hierzu kam noch der Uebelstand, dass an den schrägen Endflächen des Prismas Reflexe entstanden, welche die photographische Camera mit zerstreutem Lichte erfüllten, und auf diese Weise störend auf die Reinheit des Spectrums einwirkten.

Es gelang nicht, diese Reflexe unschädlich zu machen und so entschloss ich mich, für den angedeuteten Zweck ein von W. Wernicke[1]) vorgeschlagenes Flüssigkeitsprisma, welches den Vortheil hat, gerade Endflächen zu besitzen, in Anwendung zu bringen. Die Füllflüssigkeit dieses Prismas ist Zimmtsäure-Aethyläther, welcher Stoff bei geringer Absorption eine ungemein starke Dispersion für die brechbareren Lichtstrahlen besitzt. Die Uebelstände, welche allen Flüssigkeitsprismen anhaften, sind auch den Prismen mit Zimmtsäure-Aethyläther eigen; sie verändern ihre optischen Eigenschaften durch Temperaturschwankungen sowohl als durch rein mechanische Einwirkungen, wie z. B. durch Schütteln der lichtbrechenden Flüssigkeit. Bei einiger Vorsicht lassen sich jedoch diese störenden Einflüsse in soweit reduciren, dass ihre Folgen für den angedeuteten Zweck unmerklich sind und man erhält bei hinreichend engem Spalte die Linien des Sonnenspectrums stets in ausgezeichneter Schärfe.

Was die Construction des ganzen Apparates anbetrifft, so ist dieselbe aus beistehender Abbildung ersichtlich, die nach einer photographischen Aufnahme hergestellt wurde. Das Flüssigkeitsprisma, welches eine Länge von 87 Millimetern und einschliess-

[1]) Diese Zeitschrift 1881. S. 353.

sie etwa durch d
die Fehler der zw
über und werde
wirksam, und w
suchungen die h

6. Anw
des monochroma
jede Strahlenga
abgesehen von
stellen, überhau
Schalte
so findet man i
tirende Polaris
etwa den Anbl
brechende Pla
der Nicols div
That würde
wenn man nur
Der
Bei der Com
trum mehr u
Stellung entf
schwunden.
Nicols die s
leuchtet — s
Streifen an
Die
Versuche, d
wie die Ha
Ob
metern, di
den einzel
rungen b

7.
dieser s
Ermittlu
doppelt
erschei
kräfte

Aufga
zweck



ugehörigen Cassetten eingelegt werden können, sind 130 Millimeter lang und bei Anwendung gelbempfindlicher Gelatineschichten fast vollständig in der Länge …zt, denn die Entfernung zwischen den Linien D und H_1 beträgt 46,5 und von H_1 …ie Gegend von O 60 Millimeter.

Für die Aufnahmen des Sonnenspectrums habe ich vor dem Spectrographen eine …mitive Spiegelvorrichtung angebracht. Dieselbe besteht aus einem 140 mm langen …) mm breiten Spiegel, der auf einer Kugel von 50 mm Durchmesser befestigt ist. …tztere liegt auf einem offenen mit Fuss versehenen Messingrohre, in welches sie …eil hineinragt; ihre Schwere bewirkt, dass der Spiegel in jeder gewünschten Lage bleibt, eine einmalige Einstellung genügt für mehrere Expositionen. Eine derartige …e Vorrichtung ist in vielen Fällen einem Heliostaten vorzuziehen, da sie im Augen- aufgestellt ist und leicht translocirt werden kann, wenn der Stand der Sonne …rlangt.

Es möge zum Schluss noch erwähnt werden, dass das Flüssigkeitsprisma für …orstehend beschriebenen Spectrographen von F. Schmidt & Hänsch in Berlin …en wurde und dass die mechanische Arbeit an dem Instrumente von O. Töpfer in …am ausgeführt worden ist.

…ere Apparate für die Wollaston'sche Methode zur Bestimmung von Lichtbrechungsverhältnissen.

Von
Prof. Dr. **Th. Liebisch** in Königsberg i. Pr.

II. Das Fuess'sche Totalreflectometer. Modell II.[1])

Das zweite, grössere Modell des Totalreflectometers (Fig. 4 auf folgender Seite) …len Vorzug, die zur vollständigen Justirung des Prismas durch den Beobachter selbst …rderlichen und ausreichenden Hilfsmittel zu besitzen.

Die verticale Axe S des Goniometers trägt eine den Prismentischen der Spectro- …r entsprechende Vorrichtung, welche den Justirkopf $yytt$ der Fig. 1 auf S. 186 des …igen Jahrganges ersetzt und wie dieser dazu dient, die Drehungsaxe des Theilkreises T …krecht zur Axe des Goniometers zu richten. Von den beiden kreisförmigen Scheiben die untere mit der Axe S fest verbunden, die obere liegt auf der unteren nur im …trum mittels einer kleinen Kugelfläche auf, wird gegen dieselbe durch eine in der …ichnung nicht sichtbare Feder angepresst und kann durch die beiden Schrauben $a\,a$ …vas verstellt werden. Auf der oberen Platte des Tisches sitzt die Schiene d, auf welche …s Totalreflectometer vermittels des Schiebers e aufgeschoben wird. Die Verschiebung …n e wird mit Hilfe der Schraube e' ausgeführt.

Mit dem Schieber e ist die zu ihm parallele Schiene i fest verbunden, welche …chts das Lager g für die Axe h des Theilkreises T trägt. T ist in halbe Grade getheilt; …it Hilfe der beiden Verniers NN können Minuten abgelesen werden. Auf h, dem Kreise T …egenüber, sitzt eine aus zwei Cylinderschlitten $x\,x$ bestehende Justirvorrichtung, welche …estattet, die der Justirung des Prismas vorausgehende Einstellung durchzuführen, bei der …in an Stelle des cardanischen Ringsystems $c\,r$ auf $x\,x$ befestigter Spiegel senkrecht zur Drehungsaxe des Theilkreises T gerichtet wird (vgl. Seite 187 des vorigen Jahrganges).

Auf die Schiene i wird der Schlitten f geschoben, dessen Bewegung durch die Schraube f' vermittelt wird; f trägt das Prisma P und Vorrichtungen, welche successive durch Bewegungen, die von einander unabhängig sind, die Prismenfläche II in die zur

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1884. S. 185.

Drehungsaxe des Kreises T senkrechte und die Prismenkante $II:III$ in die zur Axe des Goniometers parallele Lage zu führen geeignet sind. Dazu sind offenbar Drehungen um drei aufeinander senkrechten Axen nothwendig und ausreichend. Zwei aufeinander und zur Axe des Theilkreises T senkrechte Axen ermöglichen die erste, eine zur Axe des Goniometers senkrechte Axe gestattet die zweite Einstellung. Zur Ausführung dieser Bewegungen sind an dem vorliegenden Apparate folgende Vorrichtungen angebracht.

Das Prisma P ist in eine Platte eingekittet, welche mit zwei an ihrer unteren Seite befindlichen Stiften in die Platte t eingesetzt und in dieser Lage durch die Schraube q festgehalten wird. t besitzt rechts zwei nach unten gehende Lappen. Durch dieselben

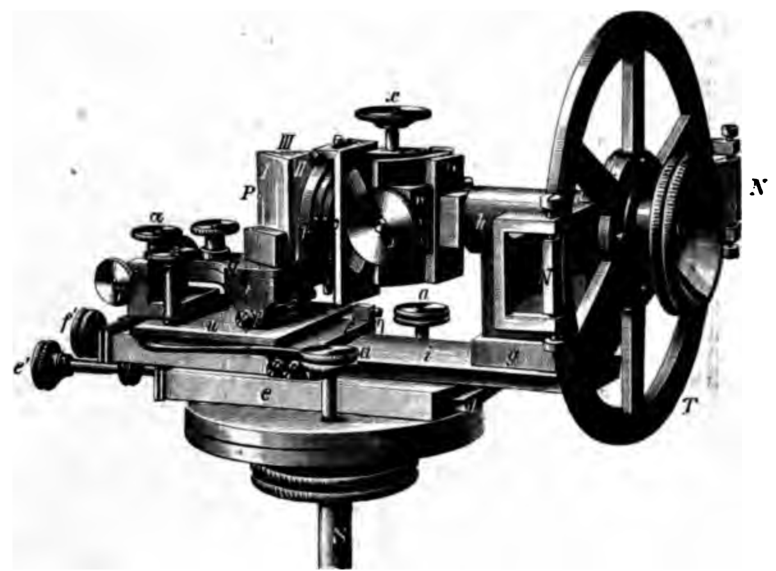


Fig. 4.

dringen die beiden mit ihren Spitzen in den kurzen verticalen Cylinder δ eingreifenden Schrauben $\beta\beta$. Auf diese Weise wird eine horizontale Drehungsaxe gebildet. Die Drehung um $\beta\beta$ wird durch die Stellschraube α vollzogen, der eine Spiralfeder entgegenwirkt. Der Cylinder δ erhebt sich auf der Platte u und ist in ihr um seine Axe drehbar. Zur Ausführung der Drehung um diese verticale Axe dienen zwei Schrauben $\gamma\gamma$, von denen in Fig. 4 die hintere grösstentheils verdeckt ist. Mit Hilfe der beiden Drehungen um $\beta\beta$ und δ kann die Prismenfläche II, an welche das Object k[1]) mit seiner spiegelnden Fläche durch die selbstthätige Andrückvorrichtung cr angelegt wird, stets senkrecht zur Axe des Theilkreises T gerichtet werden, ohne dass es wie bei dem Modell I nothwendig ist, die Stellung des Prismas in seinem Lager zu verändern. Diese Einstellung wird ausgeführt, nachdem die Axe des Theilkreises T senkrecht zur Axe des Goniometers gestellt worden ist (vgl. Seite 187).

Alsdann handelt es sich nur noch darum, die Prismenkante $II:III$ parallel zur Goniometeraxe zu stellen. Zu diesem Zwecke dient folgende Einrichtung. An der hinteren Kante des Schlittens f sitzen zwei Lager für die Spitzenschrauben $\eta\,\eta$, welche in die Platte u eingreifen und eine horizontale, zur Axe des Theilkreises T parallele Drehungsaxe bilden. Um diese Axe kann die Platte u mittels der Stellschraube ε, der eine in der Figur sichtbare Feder entgegenwirkt, gedreht werden, bis die Prismenkante in die vorgeschriebene Lage kommt.

[1]) Das in Fig. 1 erkennbare Object k ist hier der Deutlichkeit wegen weggelassen worden.

Mittheilungen aus dem physiologischen Institute der Universität Rostock i. M.

Von
Custos und Hof-Mechanikus **H. Westien** in Rostock.

(Fortsetzung.) [1]

5. Professor Dr. H. Aubert's Respirations-Apparat.

Das Problem, eine künstliche Respiration herzustellen, welche der natürlichen in Bezug auf ihre Mechanik möglichst gleich ist, deren Frequenz und Tiefe aber dem Willen des Experimentators anheimgegeben ist, muss als ein von seiner Lösung noch sehr weit entferntes bezeichnet werden. Eine Inspiration künstlich herzustellen, welche durch die Erweiterung des Thorax und damit verbundene Luftverdünnung in der Lunge herbeigeführt wird, ist bisher überhaupt nicht Aufgabe der Mechanik gewesen, vielmehr sind alle Athmungsapparate darauf ausgegangen, eine Ausdehnung der Lunge durch Ueberdruck über Atmosphärendruck zu bewirken, so dass, um es kurz auszudrücken, die Luft nicht eingesogen, sondern eingepresst wird. Abgesehen von dieser Differenz, welche bei sämmtlichen künstlichen Respirationsapparaten zwischen der natürlichen und künstlichen Respiration gefunden wird, und welche zu beseitigen der Aubert'sche Apparat auch nicht anzustreben sucht, ist es wünschenswerth, wenigstens die Exspiration in einer den natürlichen Verhältnissen möglichst adäquaten Weise erfolgen zu lassen, also die Lunge in den Stand zu setzen, die ihrer Elasticität entsprechende natürliche Form wieder zu gewinnen, diese Aufgabe wird durch den Aubert'schen Respirations-Apparat in ziemlich vollständiger Weise gelöst. Ausserdem ist es nothwendig, dass eine ganz bestimmte messbare Menge Luft wirklich in die Lunge eingepumpt werde, dass diese Luft eine andere als atmosphärische sein könne und dass die Frequenz des Einpumpens eine gleichmässige, übrigens von dem Belieben des Experimentators abhängige sein könne; auch diesen Anforderungen entspricht der vorliegende Apparat.

Indem ich bezüglich der Entwicklung der mechanischen Athmungsapparate seit Legallois auf die Literatur in Gscheidlen's *Physiologischer Methodik* verweise und mich einer Kritik der bisherigen Bemühungen enthalte, bemerke ich nur, dass die durch gleichmässigen Maschinengang bewegten künstlichen Respirations-Apparate wohl unzweifelhaft den Vorzug vor den mittels Hand oder Fuss nach dem Tacte eines Metronoms zu bewegenden Vorrichtungen verdienen.

Der zu beschreibende Apparat wird im hiesigen physiologischen Institute durch einen Schmid'schen Hydromotor bewegt, kann aber ebenso gut durch irgend eine andere Triebkraft bewegt werden, welche nur etwa $^1/_8$ Pferdestärke zu betragen braucht.

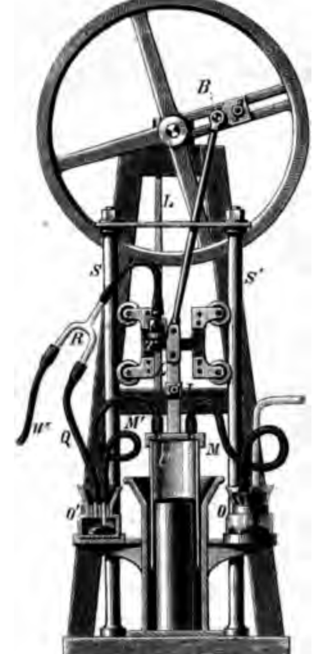


Fig. 1.

1) Das Gebläse. Der luftaufsaugende und in die Lungen einpumpende Theil des Apparates (Fig. 1) besteht aus einem in Quecksilber auf- und abgehenden Cylinder C, aus Glas oder Eisen, welcher durch Kautschukschläuche $M\,M'$ mit zwei Ludwig'schen Quecksilberventilen O und O' in Verbindung steht; beim Aufwärtsgehen des Cylinders kann die Luft nur durch das

[1]) Vgl. diese Zeitschrift 1884. S. 79.

Ventil O eintreten, indem das andere Ventil O' durch das Eintreten des Quecksilbers in die Röhre M' ihr den Ausweg versperrt; beim Herabgehen des Cylinders dagegen kann die Luft aus dem Cylinder nur durch M' nach dem Ventil O' gelangen und von da nach dem Schlauch Q, während das Ventil O der austretenden Luft den Weg versperrt. Die Bewegung des Cylinders in dem Quecksilber bedarf aber noch einiger näherer, für die ganze Wirkung wesentlicher Angaben. Es ist unter allen Umständen, ganz besonders aber bei beabsichtigter Veränderung der einzuathmenden Luftart von Bedeutung, die sogenannten schädlichen Räume zu vermeiden oder wenigstens auf ein Minimum zu vermindern; bei dem Cylinder lassen sich dieselben ganz wegschaffen, indem man ihm eine solche Anfangsstellung (bei Tiefstand desselben) giebt, dass er auf dem Quecksilber ruht, also ganz luftleer ist; diese Anfangsstellung ist durch die Schieberplatte J ermöglicht, die eine Veränderung der Länge der den Cylinder tragenden Stange gestattet; bei gelöster Schraube derselben sinkt der Cylinder entweder von selbst herab, oder er wird mit der Hand herabgedrückt, und nachdem dies geschehen, die Schraube wieder fest angezogen. Die Stellung der Schieberplatte J muss sich ändern mit der verschiedenen Einstellung der Triebstange an dem Rade, denn der Apparat soll verschiedene Volumina Luft einpumpen können, je nachdem man es mit Kaninchen, kleinen oder grossen Hunden u. s. w. zu thun hat. Je nachdem der Angriffspunkt B der Triebstange an dem Rade dem Centrum genähert oder davon entfernt wird, pumpt der Cylinder je 20 bis 500 ccm Luft ein; da aber dann der Punkt B Kreise von sehr verschiedener Grösse beschreibt, so muss, dem Radius entsprechend, bei niedrigstem Stande des Punktes B die Schieberplatte J festgestellt werden, da sonst entweder eine Zertrümmerung des Cylinders (bei grossem Radius) oder ein schädlicher Raum zu befürchten wäre. — Der mit der Triebstange verbunde Kreuzkopf, dessen vier Rollen zwischen Säulen $S\,S'$ laufen, dient dazu, eine genau verticale Bewegung des Cylinders herbeizuführen. Zur Ersparung von Quecksilber in dem Raume unter dem Cylinder ist eine der Weite des Cylinders angemessene Säule von Eisen festgeschraubt, wie aus der Figur 1, die den Cylinder im Durchschnitt zeigt, ersichtlich ist.

Die an dem eisernen Deckel des Cylinders befestigten, zu den Quecksilberventilen, — welche weit und flach sind, um den hier unvermeidlichen todten Raum möglichst zu verkleinern, — führenden Kautschukschläuche dürfen nicht unnütz lang sein, sondern nur eben den grössten Hub des Cylinders gestatten. Um das Zusammenklappen derselben beim Ansaugen zu verhindern, befinden sich Drahtspiralen in ihnen.

2) Die Exspirationsklappe. Durch das Rohr Q wird die Luft aus dem Quecksilberventil O' nach dem gabelförmigen Rohrstück R gepumpt, von welchem der eine Schenkel zu der Trachealcanüle durch das Rohr W, der Stiel zu dem auf dem Kreuzkopf befestigten Klappenventil T führt. Dies ist (Fig. 2) so construirt, dass es bei Abwärtsbewegung des Cylinders, während welcher Zeit die Luft aus letzterem in die Lunge gedrückt wird, geschlossen, während des ganzen Zeitraumes aber, in welchem sich der Cylinder aufwärts bewegt und ein neues Luftquantum schöpft, geöffnet ist und somit der Luft freien Austritt aus der Lunge des Thieres gestattet.

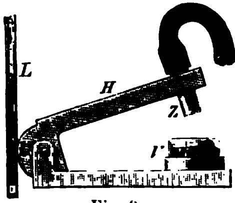


Fig. 2.

Diese Bewegung der Exspirationsklappe wird bewerkstelligt durch Friction eines Halbrades U an der vertical am Gestell des Apparates befestigten eisernen Stange $L\,L$. Durch diese Friction wird der Hebel H, an welchem sich das kleine eiserne oder gläserne Röhrchen Z befindet, in die Höhe und aus dem Quecksilberbade V herausgehoben; mit Z ist der mit dem gabelförmigen Rohrstück R, Canüle W und weiter mit der Lunge des Thieres communicirende Schlauch verbunden; so lange das Röhrchen Z emporgehoben wird, kann die Luft aus der Lunge entweichen, klappt es aber bei Abwärtsbewegung des Cylinders C in das Quecksilberbad V herunter, so ist die Exspirationsklappe

geschlossen. Es ist zweckmässig, an dem unteren Ende von Z zum besseren Verschlusse ein Stückchen Kautschukschlauch überzuziehen, welches sich dann dicht an den Boden des Quecksilbergefässes anlegt, gleichzeitig auch den beim Herabklappen erfolgenden Stoss mildert.

3) Regelung der Tiefe und Frequenz der Respirationen. Die Tiefe der Athemzüge bezw. das Volumen, welches für jede Respiration eingepumpt werden soll, kann in sehr genauer Weise durch die Einstellung der Triebstange an dem Rade regulirt werden. Die Messung des zu athmenden Luftvolumens geschieht am besten so, dass man in ein Spirometer oder Gasometer, statt in die Lunge, auspumpt und direct das Volumen misst, dann eine Marke an der Speiche des Rades anbringt, welche das Volumen anzeigt. Für einen speciellen Apparat muss diese Bestimmung besonders gemacht werden. Die Frequenz ist abhängig von der Geschwindigkeit, welche man der treibenden Maschine ertheilt, und durch eine Stufenscheibe mit Schnurkimmen von 5 bis 32 cm Durchmesser regulirbar. Um diese läuft die Schnur von dem Rade des Hydromotors zu dem Treibrade des Respirations-Apparates.

4) Athmung anderer Gase als atmosphärische Luft. Soll statt atmosphärischer Luft Kohlensäure, Stickstoff oder Wasserstoffgas u. s. w. geathmet werden, so wird die aus dem Ventil O herausführende Glasröhre mittels eines Kautschukschlauches mit einem Gasometer verbunden; bei Zwischenschaltung eines Dreiwegehahnes kann im Augenblick mit der Gasart gewechselt werden.

Durch einfache Modification der Exspirationsklappe kann eine Vermehrung oder Verminderung des Respirationsdruckes erzielt und in messbarer Weise die Exspirationsluft aufgefangen werden.

6. Stativ zur isolirten Fixirung verschieden weiter Glasröhren.

Dasselbe ist in Fig. 3 im Grundriss dargestellt. Es besteht aus der Fussplatte A, der verticalen Stahlstange B und der Klemmvorrichtung EF. Die eine Backe E der letzteren ist fest mit der Schiebhülse, die auf der Stahlstange B durch die Schraube O hoch und niedrig gestellt werden kann, verbunden, die andere Backe F ist seitlich durch ein Gelenk an der Schraube G befestigt, welche in E ihr Muttergewinde hat und die beiden Hälften E und F sehr weit von einander zu entfernen gestattet. Durch die Schraube H wird ein zwischen beiden Hälften befindlicher Gegenstand geklemmt. Jede Backe hat einen rechteckigen Ausschnitt; das in denselben passende Stellstück K bezw. K' kann durch die Stellschrauben J, J', an denen es vorn drehbar befestigt ist, vor- oder zurückgestellt werden, wobei es durch zwei Führungsstifte, die durch Bohrungen in der zugehörigen Backe hindurchreichen, an Drehungen verhindert wird. Will man in die Klemme, wie die obere Figur zeigt, drei verschieden weite Glasröhren einklemmen, so entfernt man durch die Schraube G die beiden Hälften soweit von einander, wie der Durchmesser des weitesten Glasrohrs beträgt, und fixirt dieses durch die Klemmschraube H, während man das zweite Glasrohr durch die Schraube J und das dritte Rohr durch die Schraube J' feststellt.



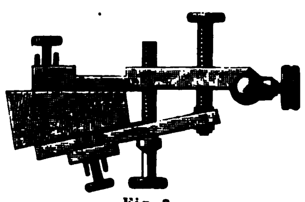


Fig. 3.

Diese Klemmvorrichtung kann auch zum Einklemmen keilförmiger Gegenstände, wie aus der unteren Figur ersichtlich, benutzt werden.

Unter anderem wurde dieses Stativ von Herrn Prof. Aubert bei Untersuchungen über die Irritabilität und Rhythmicität des nervenhaltigen und nervenlosen Froschherzens

(Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie Bd. XXIV Bonn 1881 S. 370) angewandt und sehr zweckmässig und zeitersparend gefunden.

7. Die Patent-Anschlussklemme und ihre Anwendung.

Schon längst hat sich das Bedürfniss nach einer Klemmvorrichtung fühlbar gemacht, welche alle Vortheile eines Kugelgelenkes ohne die Nachtheile desselben hat. Die vorliegende von mir zu diesem Zwecke construirte Vorrichtung bewirkt feste und sichere Fixirung des Objectes in jeder beliebigen Lage durch eine einzige Schraubendrehung, ist schon von vielen Seiten als zweckmässig befunden und unter Nr. 26909 patentirt worden; ihre Anwendung verspricht eine sehr ausgedehnte zu werden.

Die Anschlussklemme gestattet durch einfaches Anziehen einer Schraubenmutter zwei Stangen in jeder Lage und Richtung zu einander zu fixiren. Sie besteht aus dem Bolzen *C*, dessen normal zur Axe durchbohrter oder auch des bequemeren Aufschiebens wegen, wie in der nebenstehenden Figur 4, mit einem Ausschnitt versehener Kopf auf die eine, in den meisten Fällen wohl senkrecht auf einem Fusse stehende Stange *A* aufgeschoben wird, ferner den beiden kreisförmigen Scheiben *E* und *D* und der Flügelmutter *F*. Die Scheiben *E* und *D*, welche auf den Bolzen *C* geschoben sind, haben eine rechtwinklig zur Axe gerichtete excentrische Durchbohrung, in welche die zweite Stange *B* gesteckt ist. Die Mutter *F* hat ihr zugehöriges Gewinde auf dem Bolzenende und presst beim Anziehen einerseits beide Scheiben gegen einander, wodurch die Stange *B* geklemmt wird, andererseits aber auch den Bolzenkopf sowohl als auch die Scheibe *E* gegen die Stange *A*, so dass *A* und *B* in unveränderlicher Weise mit einander verbunden werden. Damit beim Lösen der Mutter *F* zum Zweck der Verstellung oder Auswechselung der Stange *B* die ganze Klemme nicht auf *A* herabgleitet, ist auf den Kopf des Bolzens *C* mit zwei kleinen Kopfschräubchen eine flache Feder *G* befestigt, welche sich ober- und unterhalb gegen die Stange *A* anlehnt. Die Klemme lässt sich bei den verschiedensten Instrumenten und Werkzeugen verwenden, wo es sich um rasche und sichere Fixirung handelt.

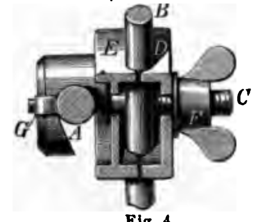


Fig. 4.

Fig. 5 zeigt als Beispiel einen Lupenständer. Die Stange *A* ist in eine Tischklemme oder in einen Fuss geschraubt, während eine andere *B* die Klemme für die Lupe trägt. Dieser Lupenklemme habe ich folgende, wie ich glaube, sehr zweckmässige Einrichtung gegeben.

Sie besteht aus dem an der Stange *B* befestigten Federhaus *C*, aus welchem scheerenartig miteinander verbunden die beiden Arme *b* und *e* herausragen. Dieselben werden durch eine Spiralfeder, welche sich im Innern des Federhauses befindet, stets aneinander gedrückt. Soll nun in diese Vorrichtung eine Lupe eingeklemmt werden, so werden in der Fassung der letzteren an zwei gegenüberliegenden Stellen kleine Körnerpunkte eingebohrt und die Lupe durch Auseinanderdrücken der Arme *b* und *e* zwischen diese so eingesetzt, dass die Spitzen in die Körnerpunkte der Lupe eingreifen. Beim Wechseln der Lupen biegt man die Arme etwas auseinander und verfährt ebenso.

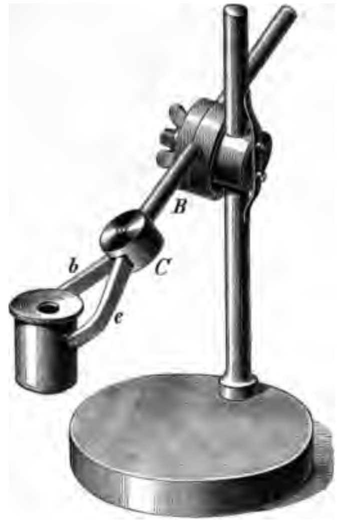


Fig. 5.

Das Wechseln verschieden starker Lupen ist somit augenblicklich gemacht und äusserst bequem. Die Stange *B* kann beliebig lang genommen werden, was bei der Durchsuchung von grossen Präparaten oft wünschenswerth ist.

Will man die Stange mit dem Universallupenhalter durch eine andere, vielleicht mit einer Klemmvorrichtung versehene ersetzen, so zieht man bei einfachem Lösen der Flügelmutter erstere heraus, schiebt eine andere hinein und zieht die Mutter wieder an.

Statt einer Stange lässt sich auch direct ein Gegenstand von cylindrischer Form wie ein Glasrohr, Fernrohr, eine Retorte u. s. w. einklemmen. In Fällen, bei denen die Anschlussklemme seitlich abnehmbar sein soll, wird der Bolzen mit seitlichem Ausschnitt angewendet.

Eine sehr zweckmässige Anwendung findet die Anschlussklemme in dem Arrangement der Figur 6 für die Einstellung von Elektroden bei physiologischen Versuchen, indem diese sofort ohne jede Verrückung an dem Punkte fixirt werden können, an welchem sie eingestellt worden sind. Diese im Moment zu bewirkende Fixirung durch die Patentanschlussklemmen erleichtert auch ganz besonders die Einstellung von Linsen, Objectivsystemen, Prismen, wenn es sich um objective Demonstration von kleinen Objecten für einen grossen Zuhörerkreis handelt. (Fortsetzung folgt).

Fig. 6.

Einfacher Apparat zur Demonstration des Foucault'schen Pendelversuches.

Von

Director **Eugen v. Gothard**, Astrophysikalisches Observatorium in Herény (Ungarn).

Bei Gelegenheit der Versammlung der ungarischen Aerzte und Naturforscher in Steinamanger im Jahre 1880, wurde der Foucault'sche Pendelversuch in der Domkirche der Versammlung und dem interessirenden Publikum im grossen Maassstabe vorgeführt. Herr Dr. A. v. Kuncz, damals Director des Obergymnasiums in Steinamanger hielt dabei eine Vorlesung über die Theorie des Versuches, für welche ein Apparat nothwendig war, um das Verhalten des Pendels in verschiedenen Breitengraden zu demonstriren. Die Frick'sche Vorrichtung (Scheibe mit auf einem Bügel aufgehängten Pendel) wäre hierfür das einfachste Mittel gewesen, dieselbe zeigt aber nur den Grundgedanken des Versuches. Um die Drehung der Schwingungsebene auf den Polen, am Aequator und an einem beliebigen Breitengrade zu demonstriren, habe ich einen Apparat construirt, welchen ich in den Werkstätten meines physikalischen Kabinets anfertigen liess. Der Apparat hat den etwas sonderbar klingenden Namen: Kremaklitron erhalten (aus *κρεμαωμαι* und *κλινω*).

Folgende Figur zeigt den Apparat in perspectivischer Ansicht und gleichzeitig im Durchschnitt durch die Mittelebene desselben. Das starke Grundbrett *A*, welches einen Bogen von einem Sechstel des Kreisumfanges darstellt und durch drei Fussschrauben horizontal gestellt werden kann, wurde so geformt, dass es bei möglichster Leichtigkeit genügende Festigkeit und Stabilität besitzt. In einem geradlinigen Schlitz *B* desselben in der Richtung der Sehne des Bogens ist ein rechteckig prismatisches Messinggleitstück *C* verschieb- aber nicht drehbar eingesetzt, in dem Centrum des Bogens eine kurze messingene Axe *D*, welche durch eine kleine Handkurbel *F* mittels eines Schnurlaufes umgedreht werden kann. Die Kurbel *F* ist mit der Schnurrolle nicht fest verbunden, sondern in dieselbe mittels eines quadratischen Zapfens eingesteckt, so dass sie leicht entfernt werden kann. Der obere Theil der Axe *D* dient einer Alhidade *G* aus Holz zum Drehpunkt, die am anderen Ende mit einem gabelförmigen Ausschnitt sowohl die cylindrische Verlängerung des Prismas *C* als auch die Axe der Kurbel umfasst.

(*Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie Bd*
sehr zweckmässig und zeitersparend gefunden

7. Die Patent-Anschlusskl

Schon längst hat sich das Bedürfni
macht, welche alle Vortheile eines Kugelge
vorliegende von mir zu diesem Zwecke co
Fixirung des Objectes in jeder beliebigen
schon von vielen Seiten als zweckmässig
ihre Anwendung verspricht eine sehr aus

Die Anschlussklemme gestattet
zwei Stangen in jeder Lage und Richtu
Bolzen *C*, dessen normal zur Axe durch

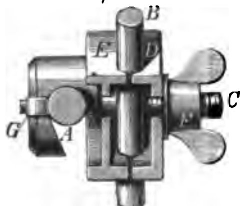


Fig. 4.

wegen, wie in de
versehener Kopf
auf einem Fuss
beiden kreisför
Scheiben *E* un
eine rechtwink
in welche die
zugehöriges Gewinde auf dem Bol
Scheiben gegen einander, wodurch
den Bolzenkopf sowohl als auch di
unveränderlicher Weise mit einan
F zum Zweck der Verstellung od
auf *A* herabgleitet, ist auf den K
flache Feder *G* befestigt, welche
Die Klemme lässt sich bei den v
wo es sich um rasche und sich

Fig. 5 zeigt als Beispi

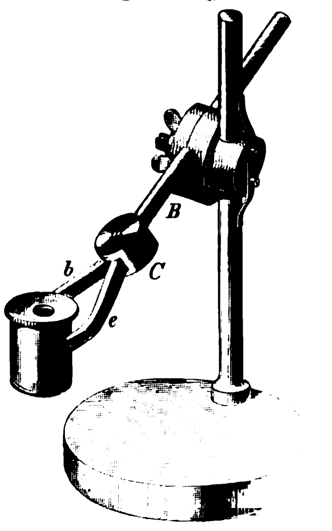


Fig. 5.

augenblicklich gemacht un
werden, was bei der Dur

gleichzeitig die Bew
und her beweg
Auf *G* in der
Alle drei
werden, in we
befestigter



Einschnitt des Zapfens
den Hülsen. Der
Auf einer Grad-
Messingplatte

auf die folgende

so haben
der Erde.
F herum-
und
ins
der

den
bei Ver-
Scheibe

bei *E*

dade als Tangente an dem Meridian jenes Punktes der Erde, wo der Pendelversuch angestellt wird, so stellt die Axe D den Durchschnittspunkt der verlängerten Erdaxe mit der Tangente dar, und das Grundbrett des Apparates die abgewickelte Mantelfläche des Kegels, welchen die Tangente beschreibt, wenn sie um die Erdaxe rotirt und dessen Grundkreis gleich dem Parallelkreise des betreffenden Ortes ist. Natürlicherweise wird der Winkel φ, welchen die Tangente mit der Erdaxe einschliesst, desto kleiner, je näher der betreffende Punkt der Erde an dem Aequator, je kleiner also φ ist. Wenn wir dann den Winkel, welchen die Tangente am Meridian nach einer bestimmten Zeit, während der Punkt der Erde um den Winkel α weiter rotirt hat, mit ihrer ursprünglichen Lage einschliesst, mit β bezeichnen, so können wir β aus der bekannten Formel $\beta = \alpha \sin \varphi$ berechnen. Es ist aber β nichts anderes als der Winkel, welchen die Alhidade beschreibt, und dessen Werth desto kleiner ist, je kleiner φ gewählt wird.

Bei einer Vorlesung kann dieses Verhältniss auf einem Erdglobus an einem aus Cartonpapier gemachten Kegel sehr gut versinnlicht werden.

Der Apparat ist so einfach, dass er nach obiger Beschreibung ohne Mühe angefertigt werden kann; die Metalltheile könnten vielleicht, mit Ausnahme des Bügels und der Pendelkugel, zur Ersparung von Kosten sogar durch Holz ersetzt werden; der Apparat kann bei Demonstration des Pendelgesetzes besonders für Mittelschulen recht gute Dienste leisten.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Nachwirkungs-Erscheinungen bei Thermometern.

In einer der Berliner Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 13. December 1883 vorgelegten, von den Nachwirkungs-Erscheinungen bei Thermometern handelnden Abhandlung kommt Prof. Dr. R. Weber zu dem Resultate, dass die Zusammensetzung des Glases einen maassgebenden Einfluss auf die Depressionserscheinung ausübt. Als ungünstig werden die sehr leicht flüssigen Alkalikalk-Gläser bezeichnet, die der Bequemlichkeit ihrer Verarbeitung wegen vielfach Anwendung finden. Ein günstiges Resultat ergeben dagegen reine Kali-Gläser mit reichlichem Gehalt an Kieselsäure und Kalk. In einer von H. F. Wiebe auf Grund langjähriger und sorgsamer Untersuchungen der K. Normal-Aichungs-Commission, an denen sich in neuerer Zeit Prof. Abbe und Dr. Schott in Jena betheiligten, der Akademie vorgelegten Abhandlung werden diese Schlussfolgerungen Weber's im Wesentlichen bestätigt, die physikalische Erklärung der Nachwirkungserscheinungen aber in mehrfachen Beziehungen präcisirt und berichtigt;[1]) die Wiebe'schen Darlegungen lassen sich kurz dahin zusammenfassen:

Die Nachwirkungs-Erscheinungen der Thermometer bestehen allem Anscheine nach darin, dass von den bei jeder Erwärmung eines Thermometers eintretenden Ver-

[1]) Die scheinbar paradox klingende Aeusserung Weber's, dass die Depression von einem durch den äusseren Luftdruck erzeugten Kleinerwerden der Glasgefässe herrühre, verliert diesen Charakter, wenn man darauf achtet, dass Weber in seiner Abhandlung von Depressionen des Nullpunktes spricht, allem Anscheine nach also das Niveau, welches das Quecksilber bei der Temperatur des schmelzenden Eises annimmt, also den eigentlichen Eispunkt, als constant ansieht und die Veränderungen dieses Punktes gegen die Scale als Bewegungen letzterer auffasst. Es ist dies in der betr. Abhandlung allerdings nirgends ausdrücklich ausgesprochen, wohl aber schon deshalb anzunehmen, weil ja eine Verkleinerung des Gefässes mit der Zeit, wenn auch aus anderen Gründen, thatsächlich erfolgt.

grösserungen des Quecksilberbehälters auch nach dem Aufhören der betreffenden Erwärmung ein Theil während einer gewissen Zeit bestehen bleibt. Allmählig verschwinden diese Ausdehnungsrückstände, es findet eine langsame Ausgleichung der durch sie verursachten Depression des Eispunktes statt und letzterer beginnt zu steigen. (Wir möchten hier auf die betreffs der Ausdehnung von Metallstäben unter Anderen von General Comstock gemachten Erfahrungen hinweisen, die zu den beschriebenen Erscheinungen eine vollständige Analogie bieten. Vgl. hierüber diese Zeitschrift 1881 S. 346.) Dieses Ansteigen nimmt nun aber meistens nicht einen einfachen Fortgang, sondern die Complication aller in Folge von späteren Erwärmungen des Thermometers eintretenden Bewegungen des Quecksilberbehälters, mit den von der ungleich höheren Anfertigungstemperatur herrührenden, erschwert das Studium dieses Verlaufes. Andauernde Erwärmungen begünstigen das Verschwinden von Nachwirkungen früheren Ursprungs und ändern den gewöhnlichen Verlauf der Eispunktbewegungen wesentlich ab. Zumal bei einem jungen Thermometer kann durch anhaltendes Sieden und darauf folgendes sehr langsames Abkühlen die ohne dasselbe Jahre in Anspruch nehmende langsame Ausgleichung der Depressionen d. h. das Ansteigen des Nullpunktes derart beschleunigt werden, dass dasselbe der durch das Sieden sonst hervorgebrachten Depression des Eispunktes dem Betrage nach nahe gleich wird und somit letztere scheinbar aufhebt. Demzufolge wird das Thermometer nach der Operation von einer Depression fast vollkommen frei erscheinen. Ist ein Thermometer älter geworden oder durch wiederholtes andauerndes Sieden, verbunden mit sehr langsamen Abkühlungen, älter gemacht geworden, so tritt die Beschleunigung des Ansteigens durch erneutes Sieden in immer geringerem Betrage hervor, die jedesmalige Depressionswirkung des Siedens überwiegt dieselbe mehr und mehr und wird deutlicher und deutlicher erkennbar.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, dass die Verschiedenheiten des Verlaufes der Erscheinungen in mehrjährigen Zeiträumen bei weitem keine so charakteristischen Merkmale für die bezüglichen Thermometer und Glassorten abgeben können, als die mit gehöriger Vorsicht beobachteten sogenannten Depressionsconstanten, nämlich die Maximaldepressionen, welche nach anhaltender Erwärmung bis auf die Siedetemperatur jedesmal wieder eintreten.

Die Höhe der Anfertigungstemperatur und die Art der Behandlung bei der Anfertigung beeinflussen auch jedenfalls den Betrag und den Verlauf der Nachwirkungen. Ausserdem treten bei der gewöhnlichen deutschen Einrichtung der Thermometer Unregelmässigkeiten dadurch auf, dass die von der Thermometerröhre getrennte Scale gegen den eigentlichen Behälter kleine Verschiebungen erfährt; diese Fehlerquelle kann einerseits dadurch unschädlich gemacht werden, dass auf den Capillaren selbst Controlmarken angebracht werden, andererseits aber auch durch zweckentsprechende Befestigung der Scale, wie bei der Fuess'schen Einrichtung[1]), von Haus aus vermieden werden.

Nach Dr. Pernet's Untersuchungen kann näherungsweise angenommen werden, dass, wenn eine Erwärmung auf 100° eine Maximaldepression des Eispunktes eines Thermometers gleich δ hervorruft, Temperaturen t zwischen Null und etwa $+50°$, wie sie bei Maass- und Gewichtsuntersuchungen gewöhnlich vorkommen, noch ziemlich andauernde Depressionen des Eispunktes verursachen, deren Betrag durch $\delta\left(\frac{t}{100}\right)^2$ ausgedrückt wird. Wenn also δ über 0,50° beträgt, werden schon Erwärmungen des Thermometers auf 25° Depressionen von mehr als 0,03° verursachen können. Die Normal-Aichungs-Commission hat aber bei den neueren Thermometern Depressionsconstanten von erheblich mehr als 0,50° häufig erhalten und hat daher dem Studium dieser Erscheinung grosse Auf-

[1]) Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879. Berlin 1880 S. 214.

merksamkeit gewidmet. Es ist aber erst in den letzten Jahren im Zusammenwirken mit den Herren Prof. Abbe und Dr. Schott in Jena gelungen, Glassorten zu componiren, welche sich für thermometrische Zwecke durchaus eignen und dabei die in Rede stehenden Nachwirkungserscheinungen derart unschädlich machen, dass die aus ihnen construirten Thermometer die Temperaturangaben mit der Genauigkeit von 0,01 Centigrad zu liefern im Stande sind.

Zunächst wurde in Jena das Glas der Gefässe von sieben der Normal-Aichungs-Commission gehörigen Thermometern untersucht, bei denen die Nachwirkungserscheinungen vollständig ermittelt waren. Die Depressionsconstanten dieser Thermometer lagen zwischen 0,06° und 0,65°. Die chemische Analyse zeigte nun, dass die Depression den grössten Betrag bei demjenigen Glase hatte, in welchem Natrium und Kalium in nahezu gleichem Procentbetrage enthalten waren, fast identische Beträge da, wo das Verhältniss Kalium zu Natrium oder umgekehrt nahezu gleich war, und endlich den geringsten Betrag bei demjenigen Glase, in welchem neben einem starken Procentsatze von Kalium nur ein minimaler Natriumgehalt oder umgekehrt vorhanden war.

Es wurden nun umfassende Experimente mit neuen Glassorten gemacht, bei deren Synthese man gewisse Componenten unverändert liess, während man mit anderen erheblich variirte. Weiterhin wurden auch neue Elemente und wesentlich verschiedene Compositionen der Verwendung des Glases zu Thermometern dienstbar zu machen gesucht. Bisher sind etwa zwanzig solcher Glassorten angefertigt, von dem Mechaniker Herrn R. Fuess in Berlin zu Thermometern verarbeitet und von der Normal-Aichungs-Commission auf thermische Nachwirkungen untersucht. Von dreien derselben werden die Resultate mitgetheilt und zeigen den Einfluss des Kalium und Natrium sehr deutlich. Bei dem ersten enthält das Glas 13% Kalium und 0% Natrium, bei dem zweiten 15% Natrium und 0% Kalium und bei dem dritten je 14% Kalium und Natrium. Die Depressionen für 100° betrugen bei den beiden ersten Thermometern je 0,07°, während sie bei dem dritten den Betrag von 0,84° erreichten. Die Ergebnisse der chemischen Analyse wurden also vollständig bestätigt.

Die obigen Folgerungen sollen noch durch weitere im Gange befindliche Untersuchungen geprüft werden. Immerhin scheint die Befreiung der Thermometrie von den störenden Einflüssen der Nachwirkungserscheinungen, innerhalb der für die Jetztzeit wünschenswerthen Genauigkeitsgrenzen, in naher Aussicht zu stehen.

Referate.

Ueber eine Interferenzerscheinung an planparallelen Glasplatten und eine neue Methode, die Planparallelität solcher Gläser zu prüfen.

Von Dr. O. Lummer. *Wiedemanns Annalen der Physik. 1884. 9. S. 49.*

Verfasser behandelt in dieser Arbeit die Interferenzerscheinungen an planparallelen Glasplatten. Die verschieden gerichteten Strahlen, welche eine in endlicher Entfernung befindliche einfarbige Lichtquelle von endlicher Grösse auf eine planparallele durchsichtige Platte wirft, werden von dieser zum Theil direct an der Vorderfläche reflectirt, zum Theil erst gebrochen, dann an der Hinterfläche reflectirt und treten nach abermaliger Brechung an der Vorderfläche den direct reflectirten Strahlen parallel aus. Stellt man nun nach Verf. der Platte eine Sammellinse gegenüber, deren optische Axe normal zur Platte gerichtet ist, so vereinigt dieselbe je einen von der Vorderfläche der Platte reflectirten Strahl mit einem von der Hinterfläche kommenden in einem Punkte, dessen Entfernung

von der Linse von der Divergenz der beiden Strahlen abhängt. Die beiden durch die beschriebene Spaltung ein und desselben Strahles der Lichtquelle entstandenen parallelen Strahlen werden dabei in der Brennebene der Linse vereinigt, während sich in allen anderen vor oder hinter der Brennebene liegenden Punkten nur Componenten vereinigen können, die aus verschiedenen Strahlen, wenn auch ein und desselben Punktes der Lichtquelle, herrühren. Fasst man nur einen einzelnen Punkt der letzteren ins Auge, so ist klar, dass im Allgemeinen in jedem der Vereinigungspunkte Interferenz eintreten muss, weil die in ihm zusammentreffenden beiden Strahlen eine gewisse Phasendifferenz besitzen. Nun treffen aber in jedem der Vereinigungspunkte auch Strahlen von den übrigen Punkten der Lichtquelle ein; diese besitzen alle möglichen verschiedenen Phasendifferenzen und die Interferenzerscheinungen zerstören sich deshalb gegenseitig. Eine Ausnahme machen aber die in der Brennebene liegenden Vereinigungspunkte. Jeder der sich in ihnen treffenden Strahlen besitzt immer einen Partner, der mit ihm aus demselben ursprünglichen Strahl der Lichtquelle entstanden ist und mit dem er deshalb einen constanten Phasenunterschied besitzt. Demzufolge summiren und verstärken sich hier die Interferenzerscheinungen. Diese Ergebnisse, — auf die theoretischen Entwicklungen und Resultate können wir an dieser Stelle nicht eingehen, — will nun Verfasser für die praktische Optik verwerthet wissen, und zwar indem er die Sammellinse direct durch das normalsichtige Auge ersetzt, dessen Retina ja in der Brennebene des optischen Systems liegt. — Erwähnt sei noch, dass Verf. von den Mascart'schen, dieselben Erscheinungen behandelnden Untersuchungen erst nachträglich Kenntniss erhalten hat.

Um die Planparallelität von Glasplatten zu untersuchen, sind verschiedene Methoden im Gebrauche, die für die meisten praktischen Zwecke genügend sichere Resultate ergeben; Ref. wird dieselben in dieser Zeitschrift demnächst im Zusammenhange besprechen. Will man aber z. B. für theoretisch-physikalische Zwecke die äusserste Genauigkeit erzielen, so reichen diese Methoden nicht mehr aus. Um Dickenunterschiede von der Grösse einer Wellenlänge zu ermitteln, liesse sich bei durchsichtigen Platten die von Fizeau angegebene und durch eine von Prof. Abbe herrührende Modification wesentlich verbesserte Methode anwenden. Dieselbe beruht durchaus auf dem Princip des Newton'schen Farbenglases und besteht darin, dass man ein Bündel einfarbigen Lichts auf die zu untersuchende Platte senkrecht auffallen lässt und in derselben Richtung, die also auch die des reflectirten Lichts ist, auf die dem Auge zugewandte Fläche der Platte hinsieht. In der Brennebene eines Objectivs von 10 bis 20 cm Brennweite (ein Opernglas-Objectiv ist recht geeignet) bringt man ein Diaphragma an, dessen Oeffnung gerade an den Ort des Brennpunkts fällt und 2 bis 3 mm Durchmesser hat. Ueber der Oeffnung stellt man unter 45° einen ebenen Spiegel auf oder man bedeckt die eine Hälfte der Oeffnung mit einem total reflectirenden Prisma; auf den Spiegel bezw. auf die zum Diaphragma senkrechte Kathetenfläche des Prismas dirigirt man dann das Licht der mit Kochsalz schwach gefärbten Flamme. Die zu untersuchende Platte wird zur optischen Axe des Objectivs senkrecht gestellt. Dies ist der Fall, wenn die Diaphragmenöffnung bezw. ihre unbedeckte Hälfte unter der Lupe vollständig von dem Licht ihres eigenen Bildes erfüllt erscheint und gegen dasselbe keine Parallaxe zeigt. Blickt man jetzt mit blossem Auge durch das Diaphragma und das Objectiv hindurch nach der Platte hin, so sieht man eine deutliche Zeichnung von hellen und dunklen Streifen, Ringen oder sonstigen Curven. Entlang einer jeden dieser Curven (den Curven gleicher Dicken) ist die Dicke der Platte genau dieselbe, während sie von einer Curve zur andern variirt und zwar ist der Dickenunterschied zwischen zwei benachbarten hellen oder zwei aufeinanderfolgenden dunklen Curven gerade gleich einer halben Wellenlänge, in unserem Falle also gleich 0,0003 mm. Je mehr Curven vorhanden sind, desto ungleichmässiger ist die Dicke der Platte und wenn diese sehr stark variirt, so sind die Curven mit blossem Auge nicht mehr zu

trennen. Mit einem Blick erhält man also durch den Fizeau'schen Versuch ein vollständiges und übersichtliches Bild von der Dickenvertheilung in der Platte bis auf Zehntel-Mikron. — Eine wesentliche Verbesserung dieser Methode ist nun die von Lummer vorgeschlagene Art der Untersuchung, zu deren Beschreibung wir jetzt übergehen.

Wenn man mittels einer durchsichtigen Spiegelplatte das Bild einer nicht zu hellen einfarbigen Flamme, also z. B. das einer mit Kochsalz gefärbten Spiritus- oder Bunsen'schen Gasflamme auf die zu untersuchende, senkrecht zur optischen Axe des Auges stehende Platte wirft, so nimmt man eine Erscheinung ganz ähnlich der Interferenzerscheinung des Newton'schen Farbenglases bei Anwendung einfarbigen Lichtes wahr. Man erblickt ein, je nach den Umständen helles oder dunkles Centrum, umgeben von einer Anzahl abwechselnd heller und dunkler Ringe, die das Spiegelbild der Flamme durchziehen und auch nur soweit reichen als dieses. Die Entfernung je zweier Ringe von einander hängt ab von der Wellenlänge des angewandten Lichts, der sie direct, und von der Dicke der Platte, der sie umgekehrt proportional ist, ausserdem noch von dem Brechungsindex der Platte und der Ordnungszahl des Ringes selbst, so dass die Ringe nicht alle gleichweit von einander abstehen. Wesentlich für das Zustandekommen der Erscheinung ist 1) dass die Platte schon ausserordentlich nahe planparallel ist, 2) dass das Auge auf unendlich accomodirt oder durch geeignete Gläser bezw. Instrumente fähig gemacht ist, parallel laufende Strahlenbüschel zur Vereinigung zu bringen, bezw. wahrzunehmen. Es ist namentlich auf letzteren Umstand besonders zu achten, da er die Lummer'sche Methode auch schon äusserlich von der Fizeau'schen unterscheidet. Man ist unwillkürlich geneigt, auf das Flammenbild zu accommodiren; man muss dies aber vermeiden und durch das Bild hindurch in die Ferne zu sehen suchen, was bei einiger Uebung und namentlich, wenn man sich im Voraus die Erscheinung, die sich zeigen soll, vorstellt, wohl Jedem gelingen wird. Wendet man zur Beobachtung ein auf unendlich eingestelltes Fernrohr an, das mittels Gauss'schen Oculars das Licht auf die Platte wirft, so hat die Wahrnehmung der Erscheinung gar keine Schwierigkeit. Ganz geeignet zu diesem Zwecke ist das Spectrometer, auf dessen Tischchen man die Platte normal aufstellt. Wer wie Ref. zur Correction der Kurzsichtigkeit eine Concavbrille braucht, kann, wenn sie nicht etwa periskopisch, also nach aussen convex ist, diese sehr gut als Spiegel benutzen; er sieht dann in der Platte bei richtiger Stellung dieser und der Flamme bezw. des Kopfes, das Spiegelbild seiner Brille und des Auges, überdeckt von dem der Flamme und letzteres bei richtiger Accommodation durchzogen von den genannten Curven. Die Bedingung des Senkrechtsehens auf die Platte ist bei dieser Anordnung von selbst erfüllt.

Eine Drehung der Platte um irgend einen ihrer Punkte bringt das Spiegelbild der Flamme aus der Sehlinie heraus und kommt also für uns nicht in Betracht. Verschiebt man die Platte in der Richtung der Sehlinie weiter vom Auge, so ändert sich, wenn die Platte vollkommen planparallel ist, nur die scheinbare Grösse des Reflexbildes und damit der ganzen Erscheinung, da ja bei grösserer Entfernung der Platte ein grösserer Theil derselben zur Erscheinung beiträgt; die Dimensionen der einzelnen Ringe werden aber hierdurch nicht geändert. Ist die Platte in ihrer ganzen Ausdehnung nicht vollkommen planparallel, so erscheinen bei grösserer Entfernung die Ringe undeutlich und verzerrt. Man hat also hier ein erstes Merkmal für die Planparallelität: Die Curven müssen Kreisform haben und in jeder Entfernung der Platte behalten.

Bewegt man endlich die Platte in ihrer eigenen Ebene, d. h. lässt man das Spiegelbild der Flamme successive auf verschiedene Stellen der Platte fallen, so bleibt bei vollkommener Planparallelität die Erscheinung ebenfalls völlig ungeändert; anderenfalls bietet sich hier das genaue Kriterium für die Abweichung von der Planparallelität: So oft nämlich das Centrum der Ringe, auf welches hauptsächlich das Augenmerk zu richten ist, Stellen passirt, an denen die Dicke der Platte um eine Viertel-Wellenlänge

von der Dicke an der vorhergehenden Stelle verschieden ist, so oft findet ein Intensitätswechsel des Centrums (von hell zu dunkel und umgekehrt) statt. Ein weiteres Kriterium für den Sinn der Dickenveränderung (ob Vermehrung oder Verminderung der Dicke) ist, dass beim Uebergang des Centrums von einer dickeren zu einer dünneren Stelle der Platte die Ringe aus dem Centrum hervorzuwachsen scheinen und sich vergrössern; umgekehrt ziehen bei einem Uebergang von einer dünnern zu einer dickern Stelle die Ringe sich nach dem Centrum hin zusammen und verkleinern sich. — Die einfache Zählung der Intensitätswechsel des Centrums giebt also die Anzahl von Viertel-Wellenlängen an, um welche sich die Dicke der Platte verändert. Eine Untersuchung so minimaler Dickenunterschiede ist durchaus nicht gegenstandslos, da die Praxis es in der That schon zu einer sehr grossen Genauigkeit gebracht hat. Die Untersuchungen des Verf. ergaben, dass zwei Platten von 18 und 13 qcm Grösse aus der optischen Werkstatt von F. Schmidt & Haensch in Berlin zwischen den Rändern nur zwei- bis dreimaligen Intensitätswechsel des Centrums zeigten, also auf eine so grosse Breite hin nur Dickenunterschiede von drei bezw. vier Mikron hatten, — ein in der That erstaunliches und kaum zu erwartendes Resultat!

Die Methode des Verf. hat nun mit der von Fizeau die Nothwendigkeit gemein, streng einfarbiges Licht anzuwenden, und deshalb die auch vom Verf. discutirte Gefahr, die in der Anwendung z. B. der bichromatischen Natrium-Flamme liegt. Selbst dasjenige Licht, dessen Spectrum scheinbar nur aus einer hellen Linie besteht, ist bei so subtilen Erscheinungen nicht mehr als streng einfarbig anzusehen. Wenn seine Intensität eine auch nur mässig grosse sein soll, so muss die Spectrallinie eigentlich ein Streifen von einer gewissen endlichen Breite sein, und wird deshalb Licht von einer continuirlich aufeinander folgenden Mehrheit von Wellenlängen aussenden. Dies dürfte auch der Grund sein, weshalb die Mascart-Lummer'sche Erscheinung deutlicher hervortritt, wenn die angewandte Flamme nur schwach leuchtet, was man bei Natrium leicht dadurch erreicht, dass man die Kochsalzperle, nachdem man sie eine Weile in der Flamme hat glühen lassen, aus derselben entfernt; die Flamme behält dann noch lange einen mattgelben Schein. Was nun aber speciell das Natriumlicht betrifft, welches für die praktische Anwendung wohl allein in Betracht kommt, so besteht dessen Spectrum nicht aus nur einer Linie, sondern aus zwei sehr nahe bei einander liegenden. Daher kommt es, dass für gewisse (optische) Dicken der Platte bezw. für gewisse Neigungswinkel der einfallenden Strahlen, die Interferenzerscheinungen, die jede Farbe für sich hervorbringen würde, sich gerade aufheben. Wenn man auch die Dispersion der beiden Natrium-Linien innerhalb des Glases in Rechnung zieht, was der Verf. unterlassen hat, so ergiebt sich, dass für Crownglas bei jeder Dicke der Platte, die ein ungerades Vielfaches von etwa 0,093 mm, und für ein dem Ref. gerade vorliegendes Flintglas bei jeder Dicke, die ein ungerades Vielfaches von etwa 0,085 mm ist, die Mitte und die ihr benachbarten Theile der Erscheinung völlig verschwinden. Für jedes gerade Vielfache der genannten kritischen Dicken dagegen ist die Erscheinung sehr deutlich. An Platten von einer Dicke, die zwischen einem solchen geraden und ungeraden ganzen Vielfachen von 0,093 mm bezw. 0,085 mm liegt, ist die Erscheinuug, je nachdem sie der einen oder andern Grenze näher liegt, mehr oder weniger deutlich sichtbar. Da diese Grenzen aber sehr nahe, um weniger als ein Zehntel-Millimeter aneinander liegen, so ist offenbar die Sicherheit, mit der man die Sichtbarkeit der Erscheinung erwarten kann, eine entsprechend geringe. Das dürfte für die praktische Anwendung der Methode ein wesentliches Hinderniss bieten. Eine weitere Schwierigkeit dürfte darin liegen, dass wie erwähnt die Erscheinung nur dann zu beobachten ist, wenn die Platte schon in hohem Grade parallelflächig ist, Verf. konnte an solchen Platten, welche die Fizeau'schen Curven gleicher Dicke zeigten, die Erscheinung nicht mehr wahrnehmen, während andrerseits, wenn diese Curven gleicher Dicke so breit

und so weit von einander entfernt waren, dass bei Anwendung jener Methode die Platte annähernd in gleichförmiger Helligkeit erschien, die Lummer'sche Erscheinung am deutlichsten und schärfsten hervortrat und Dickenänderungen von einer Viertel-Wellenlänge zwischen entfernten Stellen der Platte zu constatiren gestattete. In Bezug auf die Empfindlichkeit der Methode für Constatirung sehr geringer Dickenunterschiede ist die Lummer'sche also eine directe Fortsetzung der Fizeau'schen. Es fragte sich allerdings, ob in der Praxis, ausser gerade für Interferenzversuche, ein Bedürfniss vorliegt, Platten auf Dickenänderungen von der Grössenordnung einer Viertel-Wellenlänge d. h. ein Zehntel-Mikron zu untersuchen. — In Hinsicht auf die praktische Anwendung wäre dann noch zu bemerken, dass die eine der beiden Flächen der Platte, wenn dieselbe planparallel und nicht blos parallelflächig werden soll, beim Schleifen und Poliren jedenfalls in der gewöhnlichen Weise behandelt und also auch mit dem Probeglas oder dem Fernrohr untersucht werden müsste. Die andere Fläche muss auch schon polirt sein, ehe die Methode Anwendung finden kann; man muss also auch für diese, um sie der ersteren parallel und an sich eben zu machen, die bisherigen Prüfungsmittel anwenden. Ein Nachtheil der Methode ist ferner der Umstand, dass man die Platte von ihrem Futter immer erst völlig entfernen muss, weil die Erscheinung sonst nicht zu Stande kommt; dies wird um so misslicher, je feinere Arbeit man erzielen will, weil in demselben Verhältniss die Schwierigkeit des Einfutterns wächst. Es bleibt also dahingestellt, ob die genannten Uebelstände: 1) dass die Methode bei allen Platten, deren Dicke nahe ein ungerades Vielfache von weniger als 0,1 mm ist, gänzlich versagt, 2) dass sie nur bei Platten anwendbar ist, die in hoher Vollkommenheit schon planparallel sind, dass also möglicherweise kein Bedürfniss in der Praxis für dieselbe vorhanden ist, 3) dass sie nicht während der Arbeit anwendbar ist, — der Einführung der Methode in die Praxis nicht entgegenstehen. Für wissenschaftliche Zwecke wird sie unter geeigneten Umständen wegen ihrer hohen Empfindlichkeit und grossen Bequemlichkeit in der Anwendung ein ausgezeichnetes Hilfsmittel der Untersuchung bilden können. Cz.

Neue Methode zur Messung von Stromintensitäten in absoluten Einheiten.

Von H. Becquerel. *Compt. Rend.* ***98.*** *S. 1253.*

Die Stromintensität wird durch die von einem Kreisstrome bewirkte Drehung der Polarisationsebene eines polarisirten Lichtstrahles gemessen. Die Einwirkung eines Kreisstromes auf eine durch seinen Mittelpunkt senkrecht zu seiner Ebene gehende unendliche Gerade ist bekanntlich unabhängig vom Radius des Kreisstromes. Wenn demnach die Drehung der Polarisationsebene eines unendlich langen Lichtstrahles, welche durch die in einer Windung den Strahl umfliessende Stromeinheit bewirkt wird, gleich α ist, so ist die Drehung R durch einen Strom von der Intensität i, der in N Kreisen den Strahl umfliesst, gleich $4\pi N i \alpha$, und demnach $i = \frac{1}{4\pi N} \cdot \frac{R}{\alpha}$. Für die praktische Anwendung dieses Principes zur Strommessung ist nun die Betrachtung maassgebend, dass die Correction wegen der endlichen Länge des der Einwirkung ausgesetzten Lichtstrahles für den Fall, dass das vom Strome durchflossene Solenoid nur 5 cm äussern Durchmesser hat, und das Medium, durch welches der polarisirte Lichtstrahl geht, 1,50 m zu beiden Seiten vor dem Solenoide übersteht, noch nicht $\frac{1}{10\,000}$ erreicht. Da eine so grosse Annäherung im Allgemeinen nicht nöthig ist, kann ein auf dem besprochenen Princip beruhendes Galvanometer in einer 1,50 bis 2 m langen, zu beiden Seiten mit planparallelen Glasplatten verschlossenen, mit Schwefelkohlenstoff gefüllten Röhre bestehen, über die in der Mitte eine kleine Rolle geschoben ist. Für die absolute Bestimmung eines Stromes mit Hilfe eines solchen Apparates ist nur die genaue Bestimmung der Grösse α und die Kenntniss der Windungszahl des Solenoides nöthig.

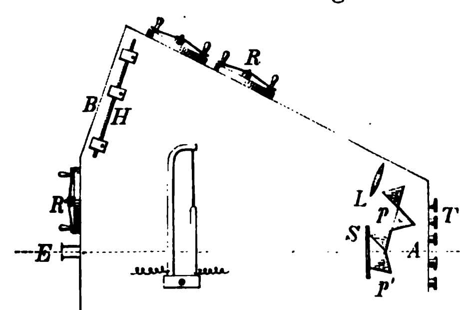
Eine frühere Bestimmung jener Constanten durch Herrn Becquerel hat nun für die in absolutem Maasse gemessene Einheit des magnetischen Feldes und bei der Temperatur 0° des Schwefelkohlenstoffes für einen Strahl von Natronlicht pro 1 cm Länge $\alpha = 0',0463$ ergeben, bei welcher Bestimmung allerdings nur eine Genauigkeit von $^1/_{100}$ zu erreichen war; doch ist Verf. mit einer genaueren Bestimmung jener Constanten durch die besprochene Methode selbst beschäftigt. Bei einem Solenoide von 5000 Windungen würde man in einem Galvanometer der beschriebenen Art durch ein Ampère eine Drehung der Polarisationsebene von etwa 291' erhalten; bei Umkehrung des Stromes beträgt die Differenz also 582', was leicht eine Annäherung von $^1/_{1000}$ Ampère ergiebt, da bei optischen Messungen eine Genauigkeit von $^1/_2$' keine besondere Schwierigkeit macht. Die Correctur wegen der Temperatur des Schwefelkohlenstoffes ist mit grosser Genauigkeit ausführbar; die Abhängigkeit der Rotation der Polarisationsebene von der Temperatur des Mediums ist bekannt, und ein Fehler in der Temperaturbestimmung von 1° würde die Angabe des Galvanometers nur um $^1/_{1000}$ fälschen. Die Vortheile der Strommessung nach dem besprochenen Princip liegen hauptsächlich darin, dass der Strom nicht durch den Messkörper selbst geht, dass die Messungen von der nur verhältnissmässig ungenau bestimmbaren und veränderlichen Intensität des Erdmagnetismus unabhängig sind, und dass auch eine Bestimmung der Dimensionen des Galvanometers bis auf die Zählung der Windungen des Solenoides nicht erforderlich ist. *L.*

Apparat zum Studium von Farbencombinationen.

Von H. H. Hoffert. *Phil. Mag. V. 18. S. 81.*

Zum Studium von Farbencombinationen benutzt Verfasser den nachfolgend beschriebenen, von ihm unter theilweiser Anlehnung an ältere Constructionen angegebenen Apparat:

Ein hölzerner Kasten von etwa 15 cm Höhe und unregelmässig sechseckiger Form, von dem in der nebenstehenden Figur nur die eine Hälfte des in Bezug auf die punktirte Mittellinie ganz symmetrischen Grundrisses dargestellt ist, wird durch einen horizontalen Zwischenboden in einen oberen und unteren Theil geschieden. Vor der schmalen Seite *A* der etwa 5 cm hohen oberen Abtheilung sind sechs Prismen, in zwei Sätzen zu je drei *p* und *p* geordnet, in der aus der Figur ersichtlichen Weise angebracht. Dieselben sind auf das Minimum ihrer Ablenkung gesetzt; die beiden innersten berühren sich mit ihren brechenden Kanten. Durch eine in dem Schirm *S* angebrachte rechteckige Oeffnung können schmale und gleiche Streifen der angrenzenden Flächen dieser Prismen vom Ocular *E* aus gesehen werden; letzteres besteht aus einem mit etwa 1,5 mm breiten Spalt versehenen kleinen Messingtubus. Befände sich nun in *E* eine Lichtquelle, so würde das Licht derselben durch die Oeffnung im Schirm *S* auf die Prismen fallend, von diesen nach beiden Seiten hin um 150° abgelenkt werden. Die Linsen *L* würden dann rechts und links vom Ocular in zu den Kastenwänden *B* parallelen Ebenen, die von *B* um einige Centimeter entfernt, im Innern des Kastens liegen, je ein scharfes Spectrum der Lichtquelle erzeugen. In diesen Ebenen befinden sich verschiebbar vertical ausgespannte Glühfäden. Wird einer derselben zum Glühen gebracht, so nehmen die von ihm ausgehenden Lichtstrahlen den umgekehrten Weg und die correspondirende Hälfte der Schirmöffnung erscheint einem in *E* befindlichen Auge erleuchtet und zwar in derjenigen Farbe, die der Stellung des Glühfadens in dem obigen Spectrum entspricht. Durch gleichzeitiges Glühenlassen mehrerer Fäden erscheinen die ein-



zelnen Farben superponirt und bilden eine Mischfarbe, die mit einer auf der zweiten Hälfte der Schirmöffnung aus anderen Componenten zusammengesetzten direct verglichen werden kann. Die Farbe eines einzelnen Fadens ist rein und gleichförmig, wenn letzterer nicht zu dick, der Spalt im Ocular nicht zu weit und der in der Schirmöffnung sichtbare Streifen der Prismen nicht zu breit ist.

Die Glühfäden sind in der durch die Nebenfigur veranschaulichten Weise in Halter aus Messingdraht eingespannt, letztere sind isolirt in Ebenholzklötzchen befestigt, die längs einer Stahlstange *H* verschiebbar sind. Die Zuleitungsdräthe sind lang und fein, reichen durch den Zwischenboden in den unteren Theil des Kastens und sind hier mit einer Reihe von Widerständen in Verbindung gesetzt. Mittels der Umschalter *R* kann jede der Leitungen auf beliebigen Widerstand gebracht werden, so dass die Intensität jedes Glühfadens nach Belieben regulirt werden kann. Die Stöpsel *T* verbinden die Leitungen mit einer Grovebatterie.

Die Verschiebung der einzelnen Glühfäden geschieht mittels der Hand durch Oeffnungen, die sich unterhalb der horizontalen Zwischenwand in den Wandungen des Kastens befinden, so dass alles äussere Licht aus dem oberen, innen geschwärzten Theile des Kastens fern gehalten wird.

Um auch die Farbe eines beliebigen Gegenstandes oder Pigmentes mit den aus Superposition verschiedener Spectraltheile gebildeten Farben vergleichen zu können, wird die linke Hälfte der Schirmöffnung *S* durch ein unter etwa 60° gegen die Horizontale geneigtes kleines Mikroskopdeckplättchen verdeckt, eine vor *S* in dem oberen Deckel des Kastens um ein Charnier drehbare auf der Unterseite mit einem planen Silberspiegel belegte Verschlussklappe geöffnet und ebenfalls unter 60° festgestellt. Liegt nun die zu vergleichende Farbe auf der oberen Fläche des Kastens und wird der Spiegel passend geneigt, so sieht man sie im Ocular in der linken Hälfte der Schirmöffnung erscheinen.

Bezüglich weiterer Details müssen wir auf das Original verweisen. *W.*

Ueber ein Quecksilberelektrodynamometer.

Von G. Lippmann. *Compt. Rend.* **98.** *S. 1534.*

Nach demselben Princip, auf dem das in dieser Zeitschrift 1884 S. 394 beschriebene Quecksilbergalvanometer beruht, hat Lippmann auch ein Elektrodynamometer construirt. Der Strom geht vertical durch das Quecksilber einer nur 0,01 mm weiten Kammer, die einen Theil des horizontalen Armes eines Manometers bildet und durch eine Rolle, in deren Mitte sich die Kammer befindet. Unter dem Einflusse des Stromes verschiebt sich das Quecksilber des Manometers entgegen dem hydrostatischen Grundgesetze. Die Verschiebung ist dem Quadrate der Stromintensität proportional; wegen der Constanz der Lage aller Stromtheile gegen einander bleibt dieses Verhältniss für jeden Stand des Quecksilbers im Manometer bestehen. Die Constante des Apparates braucht nur ein für alle Mal bestimmt zu werden, kann aber auch leicht aus seinen Dimensionen abgeleitet werden, so dass derselbe als absolutes Messinstrument dienen kann. *L.*

Bestimmung von Wellenlängen im infra-rothen Theile des Sonnenspectrums.

Von H. Becquerel. *Compt. Rend.* **99.** *S. 417.*

Die Differenzen, welche sich zwischen den früher vom Verf. ermittelten Werthen von Wellenlängen im infra-rothen Theile des Sonnenspectrums und den neuerdings von Langley (vgl. diese Zeitschr. 1884. S. 320) veröffentlichten Zahlen ergeben haben, veranlassten Verf., die früheren Arbeiten wieder aufzunehmen und auf eine Verfeinerung seiner Methode Bedacht zu haben. Als Resultat dieser neuen Untersuchungen haben sich Zahlenwerthe ergeben, welche mit den Langley'schen nahe übereinstimmen, aber wie Verf. glaubt,

In Norwegen sind die beiden Grundlinien von Joederen und Bodoe neu gemessen worden, so dass das kleine Norwegen jetzt über vier Grundlinien zu Gradmessungszwecken verfügt. Zur Verwendung ist wieder der Schwedische Apparat gekommen, eine von Baron Wrede modificirte Copie des Struve'schen Apparats. Die vier Messstangen desselben sind nicht, wie Perrier angiebt, bimetallisch, dieselben bestehen vielmehr einfach aus Gasleitungsröhren; ihre Temperatur wird durch Quecksilberthermometer bestimmt. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stangen werden mittels Fühlhebel gemessen. Als Etalons dienen zwei Copien der Struve'schen Toise, von denen die eine beständig in Stockholm aufbewahrt wird, während die andere den Apparat begleitet und vor und nach der Messung zur Bestimmung der Längen der Messstangen dient. Der Schwedische Apparat giebt zu mancherlei Ausstellungen Anlass. Die so äusserst wichtige Bestimmung der Stangenlängen kann ferner während der Operationen nicht mit aller Sorgfalt ausgeführt werden, auch ist, wenigstens bei den bis jetzt publicirten beiden ersten Grundlinien nicht immer mit der nöthigen Vorsicht zu Werke gegangen. — Die beiden Grundlinien sind bis jetzt nur ein Mal gemessen, doch soll eine zweite Messung derselben noch erfolgen. Nach den Erfahrungen der früheren Grundlinien sind ihre relativen Fehler zu $\frac{1}{2\,090\,000}$ bezw. $\frac{1}{2\,410\,000}$ ihrer Längen berechnet worden.

Die beiden Schweizer Grundlinien von Weinfelden und Bellinzona, denen als Ergänzung zu dem Berichte desselben Verfassers vom Jahre 1880 die Basis von Aarberg hinzugefügt ist, sind mit dem vereinfachten Ibañez'schen Basis-Apparat gemessen worden (vgl. über denselben diese Zeitschr. 1881 S. 173, 1882 S. 241, 1884 S. 269). Verf. erwähnt irrthümlich, dass die Mikroskope desselben mit Mikrometern versehen sind. Beide Grundlinien sind zwei Mal gemessen. Die von Weinfelden ist in sechs, die von Bellinzona in acht Abschnitte zerlegt. Bei der Messung ist die von Prof. Fischer zuerst angewendete und vor den Schweizer Messungen publicirte Methode befolgt worden, die Dispositionen so zu treffen, dass jeder Abschnitt sowohl des Vormittags bei steigender als auch des Nachmittags bei fallender Temperatur gemessen wird Die Methode hat den Vortheil, dass man im Mittel frei von etwaigen schädlichen Einflüssen der Temperaturschwankung wird; ausserdem giebt die Methode eine Controle für das Verhalten des Ausdehnungscoefficienten. Wenn man aber, wie die Schweizer Geodäten gethan haben, aus den Messungen den Ausdehnungscoefficienten berechnet und den Werth desselben wieder in die Rechnung einführt, so dürfte dies doch wohl zu weit gegangen sein; das Resultat dieses Verfahrens dürfte doch sein, dass man den wahrscheinlichen und relativen Fehler zu klein erhält. Als relative Fehler der Grundlinie von Weinfelden wird $\frac{1}{3\,500\,000}$, der von Bellinzona $\frac{1}{9\,000\,000}$, der von Aarberg $\frac{1}{6\,000\,000}$ angegeben. Die Längen derselben sind bezw. 2540, 3200 und 2400 Meter.

Eine Vergleichung der mit monometallischen Apparaten gemessenen Grundlinien mit den mit bimetallischen gemessenen führt Verf. zu dem Schlusse, dass beide Apparate an Genauigkeit gleichwerthig sind, ein Resultat, das bei der gegenwärtigen Methode der Temperaturbestimmung bei monometallischen Apparaten (vgl. hierüber den Aufsatz des Herrn Dr. Maurer im diesjährigen Augustheft dieser Zeitschr. S. 269), doch wohl noch angezweifelt werden darf. Wenn Verf. dann weiter den ausserordentlichen Vortheil hervorhebt, den die monometallischen vor den bimetallischen durch ihr schnelleres Arbeiten voraus haben und dies durch Vergleichung der Schweizer Grundlinie mit der 1879 vom Preuss. Geodätischen Institute mittels des Brunner'schen bimetallischen Apparates gemessenen Strehlener Grundlinie beweist, so ist dies Beispiel insofern ungünstig gewählt, als die im folgenden Jahre mit demselben Apparate gemessene Berliner Grundlinie auf Grund der bei Strehlen gemachten Erfahrungen schon bedeutend schneller erledigt worden ist; ferner würde es leicht möglich sein, die Messungen mit dem Brunner'schen Apparate noch bedeutend schneller auszuführen, wenn nur ein so grosses Personal zur

Verfügung stände, wie es den Schweizer Geodäten zu Gebote gestanden hat. Ist es aber ferner ein so erstrebenswerthes Ziel, Grundlinien schnell zu messen? Der Gewinn an Zeit und Geld ist allerdings nicht zu unterschätzen, ob aber die Güte der Messungen nicht durch das zu schnelle Arbeiten leidet, das ist eine andere Frage.

Verfasser weist endlich noch darauf hin, dass die Grundlinien der verschiedenen Länder mangels einer einheitlichen Etalonnirung der Messstangen nicht definitiv verglichen werden könnten; er hofft, dass dieser Uebelstand mit der Fertigstellung des grossen zur Etalonnirung der geodätischen Maassstäbe bestimmten Comparators der Internationalen Meter-Commission bald sein Ende erreichen wird. Verf. bedauert endlich noch, dass zur Herstellung des internationalen geodätischen Etalons nicht Platin-Iridium, wie bei den Meter-Prototypen, sondern Schmiedeeisen verwandt wird, ein Bedauern, dem sich Ref. anschliessen möchte. *W.*

Galvanometer mit astatischen Nadeln.

Von E. Ducretet. *Compt. Rend.* 99. *S. 605.*

Die beiden entgegengesetzt magnetischen Nadeln liegen nicht wie sonst untereinander, sondern sind in einer Horizontalebene unmittelbar über dem Rahmen mit einander verbunden. Der Rahmen besteht entweder aus einer einfachen isolirenden Platte oder aus einer zugleich als Dämpfer dienenden Kupferplatte, um welche in einer Rinne der isolirte Leitungsdraht herumgelegt ist. Um die Empfindlichkeit des Apparates zu erhöhen, kann dicht über dem Nadelsystem ein zweiter Rahmen angebracht werden. In der Mitte zwischen den beiden Nadeln ist ein Index befestigt, der über einer Kreistheilung spielt. Der Vortheil dieser Anordnung soll in der sehr flachen Form des Apparates und in seiner einfachen Construction liegen. *L.*

Neu erschienene Bücher.

Lehrbuch der praktischen Markscheidekunst. Von O. Brathuhn. Mit 234 Abbildungen. Leipzig. 1884. Veit & Co. M. 8,00.

Ein vollständiges Lehrbuch der Markscheidekunst müsste eigentlich zugleich das ganze Gebiet der niederen Geodäsie umfassen. Da aber an guten Büchern über diesen Zweig der Vermessungskunde kein Mangel ist, so hat Verfasser das vorliegende Werk als eine Ergänzung zu den vorhandenen Lehrbüchern über niedere Geodäsie aufgefasst. Er beschreibt ausführlich die speciellen Instrumente des Markscheiders und behandelt diejenigen, welche der allgemeinen Vermessungskunde entlehnt sind, mit Rücksicht auf die besonderen Bedingungen der Markscheidekunst, er bespricht an der Hand von Beispielen die Aufgaben des Markscheiders, kurz er giebt ein vollständiges Bild dieses Specialfaches der Geodäsie. Verfasser hat sich eine schwierige Aufgabe gestellt; einerseits will er möglichst alles das weglassen, was sich in den meisten Lehrbüchern der niederen Geodäsie ausführlich und gut behandelt vorfindet, andererseits aber zwingt ihn das Bestreben, dem Markscheider ein möglichst vollständiges Lehrbuch in die Hand zu geben, gemeinsame Gebiete häufig doch recht ausführlich zu besprechen. Wie Verfasser dieser doppelten Aufgabe gerecht geworden ist, wird sich am Besten an der Hand einer gedrängten Inhaltsangabe erkennen lassen.

Im ersten Capitel behandelt Verfasser einige Sätze aus der mathematischen Geographie und giebt eine Erklärung der in der Markscheidekunst gebräuchlichen

technischen Ausdrücke. Der Abschnitt ist knapp und präcise gehalten, er umfasst nur 19 Seiten, aber es fragt sich, ob die Sätze aus der mathematischen Geographie, die in jedem physikalischen Lehrbuche entwickelt werden, nicht ganz hätten fortfallen dürfen.

Im zweiten bis siebenten Capitel werden die vom Markscheider angewendeten Instrumente besprochen. — Das zweite Capitel handelt von den beim Längenmessen gebräuchlichen Vorrichtungen. — Das dritte Capitel bespricht den Gradbogen, jenes Instrument, mittels welches die Neigung einer ausgespannten Schnur ermittelt wird; es wird zunächst die einfachste Form desselben erwähnt und an derselben die Methoden der Prüfung entwickelt; sodann werden einige Verbesserungen der ursprünglichen Construction vorgeführt, der Kästner'sche Gradbogen, von dem man leicht begreift, dass er sehr wenig in Gebrauch gekommen ist, der Schneider'sche Hängebogen, dem trotz bemerkenswerther constructiver Verbesserungen keine grosse praktische Verwendbarkeit zuerkannt wird und endlich das ingeniöse Borchers'sche Hängeniveau. Ref. hat den Eindruck, dass sich beim Gradbogen für denkende Mechaniker noch ein Feld für anzubringende Verbesserungen findet. — Das vierte und fünfte Capitel beschäftigt sich mit dem Compass und seiner Verwendung in der Markscheidekunst. Nach einem kurzen historischen Abriss werden im vierten Capitel zunächst die gebräuchlichen Constructionen des Compasses, die vorkommenden Fehler und Methoden der Prüfung beschrieben; sodann wendet sich Verf. zur Beschreibung der Aufhängevorrichtungen, Entwicklung der Anforderungen, welche an dieselben zu stellen sind und Darlegung der Prüfungsmethoden; schliesslich wird die Verwendung des Compasses bei den verschiedenen Arbeiten des Markscheiders besprochen. Warum am Schlusse dieses Capitels eine Beschreibung der Winkeltrommel und des Winkelspiegels gegeben wird, ist nicht recht einzusehen. Hieran schliesst sich im fünften Capitel die Entwicklung der Hilfsapparate und Methoden, welche die Verwendung des Compasses auch bei Gegenwart von Eisen ermöglichen sollen. — Das sechste Capitel ist einer ausführlichen Besprechung der Nivellirinstrumente und der Methoden des Nivellirens gewidmet. Zunächst werden die verschiedenen Typen der Nivellirinstrumente, ihre Fehler, die Methoden der Prüfung und Berichtigung derselben klar und eingehend behandelt. Dass Verfasser auch das (von Mechaniker C. Reichel in Berlin construirte) Legebrett zur Bestimmung der Empfindlichkeit von Niveaus beschreibt, scheint doch etwas zu weit gehend zu sein. Hieran schliesst sich die Besprechung der Nivellirlatten und Zielvorrichtungen mit besonderer Berücksichtigung der in Gruben gebotenen Modificationen. Sodann werden die Methoden des Nivellirens, Aufstellung der Instrumente in Bergwerken, Genauigkeit geometrischer Nivellements, vorgeführt und Bemerkungen über das Nivelliren in Gruben gegeben. Die Beschreibung einiger anderer zum geometrischen Nivellement in Bergwerken dienenden Vorrichtungen, sowie Bemerkungen über trigonometrisches Nivellement und Messen von Schachttiefen schliessen dieses Capitel. — Der siebente Abschnitt handelt von den Theodoliten. Einer eingehenden und leicht fasslichen Beschreibung eines Normal-Theodoliten für den Markscheider folgen kurze Beschreibungen einiger gebräuchlichen Formen, eines Zehn-Centimeter-Theodoliten und des Breithaupt'schen Taschentheodoliten. Sodann werden die Methoden der Prüfung und des Justirens der Theodolite, sowie die Art des Messens mittels derselben ausführlich behandelt. Hieran schliesst sich eine Besprechung der als Signale dienenden Vorrichtungen; dass Verf. beim Arbeiten über Tage auch den Heliotropen empfiehlt, überrascht Ref. einigermaassen, da bei den kurzen hier in Frage kommenden Entfernungen das Heliotroplicht selbst bei Anwendung von Blendgläsern zu grell sein dürfte. Bei den Signalen in der Grube wird der Choulant'sche Phototrop erwähnt. (Unter diesem Namen hat, wie beiläufig erwähnt werden mag, Prof. Fr. Müller ein Instrument beschrieben, welches zur Aufnahme von Profilen in Gruben Verwendung finden soll; vgl. diese Zeitschr. 1884. S. 30.) Den verschiedenen in Bergwerken

gebräuchlichen Aufstellungen des Theodoliten und den Centrirapparaten ist eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Das achte, neunte und zehnte Capitel bespricht die Aufgaben des Markscheiders, die Ausführung von Markscheiderzügen, die Anfertigung von Grubenrissen und die Fehlervertheilung bei markscheiderischen Grubenmessungen. Da dieser sorgfältig und mit Sachkenntniss bearbeitete Theil des Buches den Zielen dieser Zeitschrift aber ferner liegt, so soll hier auf denselben nicht eingegangen werden.

Im elften Capitel werden die Anschluss- und Orientirungsmessungen behandelt. Von den verschiedenen hier gebräuchlichen Methoden ist besonders die Orientirung mittels des Magneten eingehend besprochen; die zu diesem Zwecke in Anwendung kommenden Instrumente, die Declinatorien, der Magnetstab, der Magnettheodolit, das transportable Magnetometer von Borchers werden einzeln vorgeführt und die Methoden des Messens mit denselben leicht fasslich dargestellt.

Das zwölfte Capitel endlich bespricht die Anwendung eines kräftigen Magneten zur Ermittlung der Durchschlagsrichtung zweier Gegenörter, wenn dieselben nur wenig von einander entfernt sind.

Der Inhalt des Werkes ist, wie der Leser ersieht, ein sehr reichhaltiger. Die Disposition ist im Allgemeinen eine sehr sorgfältige, die Sprache meist klar und leicht verständlich; die Figuren lassen indess vielfach zu wünschen übrig. Das Lehrbuch entspricht seinem Zweck vollständig und dürfte dem angehenden Markscheider ein gewichtiger Rathgeber werden, vielleicht gerade weil einzelne Capitel, wie das der Nivellir-Instrumente und der Theodolite, reichhaltiger ausgefallen sind, als es Verf. von Anfang an selbst beabsichtigt haben mag. Vom Standpunkte dieser Zeitschrift aus möchten wir das Werk den Mechanikern dringend empfehlen; sie ersehen daraus, was die Markscheidekunst eigentlich von der Technik verlangt und dürften bei näherem Eingehen in die Materie sich zu manchen Verbesserungen angeregt fühlen, die ihnen ein weites Absatzgebiet eröffnen könnten. *W.*

Die Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetallgewinnung. Von Ed. Japing. Elektrotechn. Bibl. Bd. VII. Wien. A. Hartleben. M. 3,00.

Nach einer allgemeinen Einleitung über den elektrischen Strom und die Theorie der Analyse werden die für elektrolytische Zwecke gebräuchlichen Stromerzeuger, Elemente und Maschinen beschrieben, dann die elektrolytische Analyse auseinander gesetzt und hierauf die technischen Anwendungen der Elektrolyse, die Galvanoplastik und die Elektrometallurgie behandelt. In dem Haupttheile des Buches, dem Abschnitte über Galvanoplastik, sind zahlreiche, für den Techniker werthvolle Recepte für die Herstellung der Bäder gegeben; doch lässt hier, wie nicht anders zu erwarten ist, die Systematik Manches zu wünschen übrig. *L.*

Das Potential und seine Anwendung zu der Erklärung der elektrischen Erscheinungen. Von Dr. O. Tumlirz. Elektrotechn. Bibl. Bd. XXIII. Wien. A. Hartleben. M. 3,00.

Es erscheint als ein gewagter Versuch, den rein mathematischen Begriff des Potentials populär zu behandeln, doch muss man anerkennen, dass in dem vorliegenden Bändchen diese Aufgabe in sehr geschickter Weise gelöst ist. Der Verfasser hat nach dem Vorgange der modernen Theoretiker die Differentialgleichungen der Elektricitätslehre physikalisch interpretirt und so die Theorie mit Zugrundelegung des Potentialbegriffes nach dem augenblicklichen Stande der Wissenschaft auch dem Nicht-Mathematiker zugänglich gemacht. Nach einer allgemeinen Erläuterung de Potentials an dem Beispiele

der Schwerkraft wird dasselbe zunächst auf die statische Elektricität und dann auf die elektrischen Ströme angewandt. Auf dieser Grundlage wird auch das schwierige Gebiet der elektrischen Messungen und Maasssysteme verhältnissmässig einfach behandelt.

L.

W. Förster. Sammlung astron. populärer Mittheilungen. 2. Folge. Berlin, Dümmler. M. 1,80.

Publicationen des astrophysik. Observatoriums zu Potsdam, No. 14. 4 Bd. 1 Theil, Leipzig, Engelmann. M. 6,00. Inhalt: Einige Beobachtungen mit dem grossen Refractor der Wiener Sternwarte, ausgef. von H. C. Vogel.

H. Fontaine. Elektrolyse; renseignements pratiques sur le nickelage, le cuivrage, la dorure, l'argenture, l'affinage des métaux et le traitement des minerais au moyen de l'électricité. 296 S. mit 34 Fig. Paris, Baudry & Co. 7,5 fr.

E. Laval. Evaporation des dissolutions et des liquides qui renferment des corps solides en suspension. 28 S. mit Tafel. Bordeaux, Gounouilhou.

W. Thomson. Les unités électriques de mesure. Traduit par G. Richard. Paris, Gauthier-Villars.

G. Wyrouboff. Sur les phénomènes optiques de l'hyposulfate de plomb. 7 S. mit Fig. Tours, Bousrez.

O. Börsch. Anleitung zur Berechnung geodätischer Coordinaten. 167 S. mit 2 Tafeln. Cassel, Freyschmidt. M. 6,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 2. December 1884. Vorsitzender Herr Fuess.

Der von Herrn P. Stückrath angekündigte Vortrag über eine Neigungswaage zum schnellen Abwägen von Gegenständen im Gewicht bis zu 100 Gramm konnte wegen Verhinderung desselben nicht gehalten werden. Statt dessen wird der Abend einer Besprechung des am 1. December in Kraft getretenen Krankenversicherungs-Gesetzes gewidmet; es findet ein längerer Austausch von Erfahrungen und Rathschlägen bezüglich der Anforderungen des neuen Gesetzes statt.

Zum Schluss wird die Wahl eines Comités zur Vorberathung der Vorstands-Neuwahlen vorgenommen. Es werden gewählt die Herren Reimann, Bamberg, Oeltjen, Dörfer und Seidel; zu Kassenrevisoren werden die Herren Reimann und Sokol ernannt.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Berliner Zweigverein der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Sitzung vom 2. December 1884. Vorsitzender Herr Prof. Dr. Schwalbe.

Herr Regierungsrath Dr. Loewenherz hält den angekündigten Vortrag über Thermometerconstructionen. Derselbe beschränkt sich auf Glasthermometer und zerfällt in drei Abschnitte. Nach einem kurzen Abriss über die Geschichte der Erfindung des Thermometers durch Galilei und die successiven Verbesserungen desselben durch Auffindung constanter Fixpunkte und die Anwendung von Quecksilber statt der ursprünglichen Alkoholfüllung, über die Entstehung der achtzigtheiligen Réaumurschen Scale, der Celsius- und Fahrenheitschen, bespricht der Vortragende zunächst in sehr eingehender Weise die Unterschiede der in Frankreich und England gebräuchlichen Stabthermometer von den deutschen Einrichtungen, bei welchen die Scale nicht unmittelbar auf der Capillare

selbst aufgetragen ist. Er erläutert dabei die Fehlerquellen, die beiden Constructionen eigenthümlich sind und die Mittel, durch welche man dieselben (bei den ersteren starke Parallaxe, bei den anderen Beweglichkeit der Scale) zu beseitigen versucht hat. Dies führt zu ausführlicher Besprechung der verschiedenen Constructionen der Einschlussthermometer und der Art der Scalenbefestigung bei denselben.

Der Vortragende wendet sich hierauf zu den Thermometern für specielle Zwecke und zwar zunächst zu den Maximum- und Minimumthermometern. Hier werden die Einrichtungen der Indices für horizontale und verticale Alkoholsäulen beschrieben und die verschiedenen Systeme vorgeführt, die namentlich aus dem Bestreben, die ungleichförmige Scalen bedingende Alkoholfüllung durch die von diesem Nachtheile freie Quecksilberfüllung zu ersetzen, hervorgegangen sind. Es lassen sich hier zwei Haupttypen unterscheiden: 1) Instrumente mit gemischter Füllung, Quecksilber als Stossflüssigkeit, darüber entweder eine Alkoholsäule, in welcher der Index sich befindet, oder eine kurze Luftsäule, die einen Index aus Quecksilber vor sich her treibt, 2) Abreissinstrumente, deren Capillare an einer Stelle soweit verengert ist, dass bei sinkender Temperatur ein Zerreissen des Quecksilberfadens eintritt, dessen oberes Ende liegen bleibt. Aus dieser zweiten Gattung sind die Umfallthermometer für Messungen an unzugänglichen Orten entstanden. Des Ferneren folgen Thermometer für meteorologische Zwecke, Erdboden- und Sonnenthermometer, Hypsometer und ähnliche.

Im dritten Abschnitt wird ein Bild von dem technischen Verfahren bei der Herstellung sowohl der Stab- als der Einschluss-Thermometer vom Ziehen der Capillaren an bis zur Füllung, Bestimmung der Fundamentalpunkte, Eintheilung und Befestigung der Scalen gegeben.

In allen drei Abschnitten veranschaulicht der Vortragende seine Auseinandersetzungen durch Skizzen an der Tafel, sowie durch Vorlegen einer sehr umfangreichen Sammlung von fertigen sowohl als auch in verschiedenen Stadien der Anfertigung stehenden Instrumenten. Unter den ersteren befinden sich mehrere historisch merkwürdige

Herr Dr. med. Vettin spricht sodann über Wolkenbeobachtungen. Er entwickelt eine Methode, durch die er das schwierige Problem der Bestimmung der Höhe von Wolkenschichten über der Erdoberfläche und damit ihrer absoluten Bewegungsgeschwindigkeit befriedigend lösen zu können glaubt und zeigt, in welcher Weise man die erforderlichen Rechnungen durch graphisch aufgetragene Tabellen erleichtern bezw. vermeiden kann. Da die Ausführung der zugehörigen Beobachtungen nur kurz vor Aufgang oder nach Untergang der Sonne und auch dann nur möglich ist, wenn sich die Grenze der Bestrahlung der Wolken genügend deutlich erkennen lässt, so möchte der Methode eine grosse Wichtigkeit nicht beizumessen sein. Für die Bestimmung der scheinbaren Geschwindigkeit bedient sich der Vortragende eines einfachen, in zwei verschiedenen Grössen vorgelegten Apparates. Derselbe besteht aus einem viereckigen, in Azimuth und Höhe leicht einstellbaren Fernrohr, das durch Einfügen eines Spiegels und einer matt geschliffenen Glasplatte am Ocularende zu einer langgestreckten Camera obscura umgewandelt ist. Auf der Glasplatte ist ein Kreis mit einer groben Theilung, der gleichzeitig gewissermaassen als Ringmikrometer und Positionskreis dient, und dessen Durchmesser dem Winkelwerth nach durch Beobachtung des Durchganges eines hellen Gestirnes bestimmt wird, eingerissen. Da sich auf der mattgeschliffenen Glasplatte die Wolkenconfigurationen in einer grösseren Ausdehnung deutlich abbilden, so ist es nicht schwierig, die Durchgangszeit einer bestimmten Gruppe durch den Kreis zu bestimmen. Es ist aber, da die Wolken sich verhältnissmässig nahe befinden, zu beachten, dass der Winkelwerth des Kreisdurchmessers mit der Zenithdistanz variabel ist, und zwar nach den verschiedenen Richtungen in Position verschieden. Der Vortragende hat die Aenderungen berechnet und in einer graphischen Tafel zusammengestellt.

Zum Schluss führt Herr Prof. **Börnstein** ein einfaches Experiment zur Demonstration der Luftströmungen, die durch locale Erwärmungen des Erdbodens entstehen, und die Modification derselben durch die Drehung der Erde vor. Eine viereckige grosse Tafel aus gewöhnlichem Fensterglas wird auf vier Holzklötzchen so gelegt, dass der Raum unter derselben der Hand zugänglich bleibt. Auf die Tafel wird eine etwa 40 cm hohe und 30 cm weite Glasglocke gestellt und in diese durch eine Oeffnung im Scheitel mittels eines bis nahe an den Boden eingesenkten Glasrohres vorsichtig Cigarrenrauch eingeblasen. Nach Entfernung des Glasrohres bildet dieser eine auf der Glastafel ruhende Schicht von etwa 1 bis 2 cm Höhe. Wird jetzt eine Stelle der Tafel in der Nähe der Mitte der Glocke durch Unterhalten des brennenden Endes der Cigarre etwas erwärmt, so steigt über dieser Stelle der Rauch in Gestalt einer verticalen Säule, die sich am oberen Ende in Folge der Reibung mit der umgebenden Luft durch Wirbelbildung pilz- oder trompetenförmig erweitert, auf.

Um die Modification dieser senkrecht aufsteigenden Luftströmung durch die Axendrehung der Erde zu zeigen, wird auf eine einfache Centrifugalmaschine ein allseitig geschlossener viereckiger Glaskasten aufgesetzt und nach vorheriger Erwärmung einer Stelle des Bodens in langsame Rotation versetzt, um die im Kasten befindliche Luft, die Anfangs der Bewegung der letzteren nicht folgt, ebenfalls so in Rotation zu versetzen, dass sie dem Kasten gegenüber in relativer Ruhe bleibt. Aus naheliegenden Gründen empfiehlt sich ein Kasten von lang rechteckigem Grundriss hierfür besser, als ein solcher mit quadratischem Boden. Ist dieser Zustand erreicht, so wird durch eine kleine Oeffnung im oberen Deckel wieder wie im ersten Falle Rauch und zwar in eine der Ecken des Kastens eingeführt. Das Einführungsrohr braucht hier nicht entfernt zu werden. Die sich auf dem Boden allmälig ausbreitende Rauchschicht erreicht die erwärmte Stelle, steigt hier zunächst in derselben Form wie beim ersten Versuch auf, zeigt aber dann die cyclonalspiralige Form in sehr ausgeprägter und deutlicher Weise. *Ln.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Das immer stärkere Anwachsen des Materials zwingt uns, dieser Rubrik von jetzt ab eine etwas andere, eingeschränktere Form zu geben. Wir werden in Zukunft nur denjenigen Patenten eine eingehendere Beschreibung bezw. Besprechung widmen, die einerseits genügend allgemeines Interesse darbieten und andrerseits im Patentblatt selbst nicht eine allzu skizzenhafte Behandlung erfahren haben, wie dies leider, wahrscheinlich wohl aus Raummangel häufig der Fall ist. Patente letzterer Art, sowie diejenigen, die nur für einzelne unserer Leser von Werth sein dürften, sollen dagegen nur ihrem Inhalte nach unter Angabe der Nummer des betreffenden Patentblattes summarisch angeführt und wo es erforderlich erscheint, kurz erläutert werden.

Neuerungen an tachymetrischen Instrumenten. Von Firma A. Meissner in Berlin. No. 28626 vom 26. März 1884.

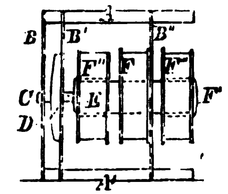
Die Bussole ist als integrirender Bestandtheil des Instruments unter den Fernrohrträger gelegt und infolge dessen die feste Anbringung einer Dosenlibelle zwischen dem Träger ermöglicht. Man ist somit in der Lage, das Instrument bequem horizontal einstellen zu können und es vor Beginn der Messung so zu orientiren, dass das Fernrohr die Richtung nach Norden hat, wenn der Horizontalwinkel Null ist. Die Nullrichtung der Bussole kann gegen die des Horizontalkreises verstellt werden und durch ein in dem Bussolengehäuse angeordnetes Diopter, dessen Visirlinie mit 0°—180° der Theilung zusammenfällt, wird die Controle des

Horizontalwinkels ermöglicht. Der Theilkreis der Bussole ist auf einem verticalen Glascylinder angeordnet und die Spitzen der Magnetnadel sind rechtwinklig aufgebogen, so dass deren Stellung durch die Glasfassung der Bussole hindurch abgelesen werden kann.

Die Drehaxen für die Stativfüsse bilden ein der Stativplatte einbeschriebenes gleichseitiges Dreieck, in dessen Ecken die Drehzapfen zusammenstossen, so dass der obere Theil der Füsse der Stabilität wegen sehr breit gemacht werden kann.

Neuerungen an telephonischen Apparaten. Von F. A. Pocock und J. S. Muir in London. No. 27773 vom 16. October 1883.

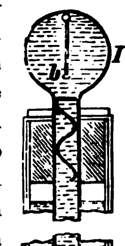
Die Neuerungen bestehen in der Construction telephonischer Relais, welche in ähnlicher Weise und zu gleichem Zweck in lange Leitungen eingeschaltet werden, wie dies in dem Patent No. 17784 von Randall schon angegeben ist. Das Relais selbst besteht aus einem Hartgummirahmen *AA*, in welchem drei Drähte *B B' B''* aus nicht inductionsfähigem Metall straff ausgespannt sind. Ein an dem ersten Drahte *B* sitzender Platinstift *C* drückt leicht gegen die Kohlenscheibe *D* des zweiten Drahtes *B'* und bildet mit dieser einen mikrophonischen Uebertrager. Der Draht *B'* trägt auf der Rückseite einen Stift *E* aus Holz, Hartgummi oder dergl., gegen welchen mit leichtem Druck der Kern *F'* einer am dritten Drahte *B''* befestigten Spule *F* anliegt.

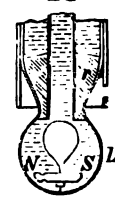


Dieser nach beiden Seiten aus der Spule *F* hervorragende Kern *F'* wird von zwei Spulen *F'' F'''* umgeben, welche den telephonischen Empfänger bilden. Wenn in diesen Spulen Stromänderungen eintreten, so wird der Druck des Kernes *F'* gegen den Stift *E* und mithin auch der Druck zwischen den beiden Mikrophoncontacttheilen, Scheibe *D* und Stift *C*, verändert.

Klinometer-Compass oder Höhenwinkel-Messinstrument mit Ablese-Vorrichtung. Von E. F. Macgeorge in St. James Park, Hawthorn. Victoria, Australien. No. 27589 vom 17. Mai 1883.

Das Instrument dient dazu, die Neigung und magnetische Lage von Bohrlöchern und anderen unterirdischen oder unter Wasser befindlichen Oberflächen und dergl. festzustellen. Die dargestellte Phiole ist mit irgend einer erstarrenden Flüssigkeit (z. B. Lösung von Gallerte oder Stearin in Glycerin) gefüllt. Die obere Glaskugel *I* enthält ein Loth *b* mit einem Schwimmer und die untere *L* eine an einem nicht magnetischen Schwimmer befestigte Magnetnadel *NS*. Das Gefäss wird, so lange die Füllung noch dünnflüssig ist, in einem Rohr in das Bohrloch versenkt. Das Rohr nimmt die Lage desselben an, die Flüssigkeit erstarrt und erhält dadurch das Loth und die Magnetnadel in der eingenommenen Lage. Nach dem Erstarren der Flüssigkeit wird die Phiole herausgenommen und an einem in der Patentschrift näher beschriebenen Apparat in die gleiche Lage gebracht, die sie vorher eingenommen hatte, wobei das Loth *b* als Richtschnur dient. Am Ablese-Instrument lässt sich dann das Gradmaass der Neigung direct ablesen.





Bei genaueren Arbeiten werden gleichzeitig mehrere Phiolen angewendet und aus den Resultaten wird dann das arithmetische Mittel genommen.

Gestalt der Leiter bei thermo-elektrischen Batterien. Von E. G. Acheson in Paris. No. 27143 vom 23. März 1883.

Um eine grössere Temperaturdifferenz zwischen den Löthstellen zu erzielen, ist nicht die übliche Form der Elemente von durchweg gleichem Querschnitt beibehalten, sondern die Elemente, welche die Paare bilden, erhalten eine kreisrunde oder polygonale Gestalt oder bilden Segmente von Scheiben oder Polygonen. Die Erwärmung findet an den in den Mittelpunkten der Scheiben oder Segmente gelegenen Löthstellen statt, während die zweiten Löthstellen sich an dem Umfang der Scheiben oder Segmente befinden (P. B. 1884 No. 41.)

Apparat zur Herstellung isolirter elektrischer Leitungsdrähte. Von P. R. de Faucheux d'Humy in Carlton Mansions, Clapham Road, Surrey County, England. No 27186 v. 2. Febr 83.

Mit Hilfe dieses Apparates sollen Drähte mit einem isolirenden Ueberzug aus Wasserglas oder Glas versehen werden, ohne dadurch ihre Biegsamkeit einzubüssen. (1884 No. 41.)

Verfahren und Apparat zur Prüfung der Festigkeit von Stoffen. Von E. Morrison und J. P. Herron in Washington V. St. A. No. 28491 vom 15. Februar 1884. (1884 No. 42.)

[illegible] in einem Telephon-Empfangs-Apparat. Von J. H. Robertson in Brooklyn. No. 28439 [illegible] November 1883.

[illegible] Erfindung betrifft die Anordnung eines Telephon-Empfangs-Apparats in dem [illegible] Stromkreise einer Inductionsspule, in deren primärem Stromkreise der Ueber- [illegible] Apparat angeordnet ist. (1884 No. 42.)

[illegible] mit elektrischem Umschalter. Firma L. A. Riedinger in Augsburg. No 29017 vom [illegible] December 1883.

[illegible]selbe ist hauptsächlich dazu bestimmt, bei den Glühlicht-Beleuchtungsanlagen a[illegible] [illegible] dem Gashahn nachgebildeten Construction zu treten. (1884 No. 42.)

[illegible] an der Telschow'schen Luftpumpe zum pneumatischen Hammer. Von G. Miller in Berli[n] No. 28518 vom 16. December 1883. (Vergl. d. Pat. No. 21098.)

Statt des schwingenden Cylinders der Telschow'schen Luftpumpe ist ein feststehende[r] [illegible] mit senkrechter Geradführung der Kolbenstangen angeordnet. Dadurch wird ver[illegible] [illegible], dass der Schlauch, welcher die comprimirte Luft zum pneumatischen Hammer leite[t] [illegible] die Operation störendes Schwanken geräth. (1884 No. 42.)

Neuerung in der Herstellung von Compositionen von Kautschuk, Guttapercha und ähnlichen Stoffen m[it] verschiedenen Harzen und Gummiarten. Von A. H. Huth in London. No. 29032 vo[m] 15. Februar 1884. (1884 No. 42.)

Für die Werkstatt.

Glas-Ueberzug auf Metall. Scientific American. *51.* S. 228.

Man schmelze 125 Gewichtstheile gewöhnlicher Flintglasscherben, 20 Th. Soda und 19 Th. Borax zusammen und giesse dies auf eine kalte Fläche zum Abkühlen. Darauf pulverisire man die Masse und vermische das Pulver mit kieselsaurem Natrium von 50° B; mit dieser Mischung wird das zu glasirende Metall bestrichen und in einem Muffel- oder andern Ofen erhitzt, bis die aufgestrichene Masse zum Schmelzen gekommen ist. Der so gebildete Ueberzug soll an Eisen und Stahl fest anhaften. *Wr.*

Härten des Gusseisens. Techniker. *6.* S. 273.

Man erhitze das Eisen zu kirschrother Gluth, besprenge es hierauf mit Cyankalium erhitze es ein wenig über Rothgluth und tauche es dann ein. Das so behandelte Ende einer Eisenstange wird von der Feile nicht angegriffen. *Wr.*

Reinigung von Messing. Techniker. *6.* S. 273.

Messing, welches mit Oxalsäure nicht zu reinigen ist, säubert man, indem man es nach dem Abreiben in Potaschenlauge in eine Mischung von gleichen Theilen Salpetersäure, Schwefelsäure und Wasser eintaucht oder, wo letzteres nicht ausführbar, diese Mischung aufreibt. Die Säure lässt man eine Minute daran haften: hierauf wäscht man die Säure ab, reinigt und polirt den Gegenstand. *Wr.*

Entfernung von Rostflecken aus Nickelgegenständen. Techniker. *6.* S. 288

Um Rostspuren von nickelplattirten Gegenständen zu entfernen, überstreicht man die Stellen mit Fett und reibt nach einigen Tagen dieselben mit Ammoniak gut ab. Hat der Rost schon tiefer gefressen, so bediene man sich einer oxalsauren Lösung oder auch verdünnter Salzsäure; letztere darf jedoch nur während eines Augenblickes auf den Rostflecken verbleiben. Hierauf wird die Stelle mittels Wasser und Schwamm abgewaschen und mit englischem Tripel oder Polirroth polirt. Nach Bedarf wird dies Verfahren wiederholt. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **Februar 1885.** Zweites Heft.

Combinirtes Planimeter.

Von

F. Kloht, Reg.-Feldmesser in Berlin.

Bei den in der letzten Zeit auf dem Gebiete der Planimeter mehrfach hervorgegangenen Neuerungen dürfte es nicht ungerechtfertigt erscheinen, auch an dieser Stelle einen kleinen Beitrag über das vom Verfasser construirte, bereits in der Zeitschrift für Vermessungswesen (Jahrgang 1883 Seite 97) beschriebene Planimeter zu geben. Derselbe soll weniger den Zweck haben, das neue Instrument vom theoretischen Standpunkte aus zu betrachten, als vielmehr dasselbe von der Seite der praktischen Anwendung uud mechanischen Ausführung zu beleuchten.

Zunächst gestatte ich mir, einige Worte von allgemeinem Interesse voraufzuschicken.

Das Verdienst, zuerst ein praktisch verwendbares Polarplanimeter mit Multiplicationsscheibe öffentlich bekannt gegeben zu haben, hat meines Erachtens Herr Bauamtmann Hohmann, und wenn auch nach den sehr interessanten Ausführungen des Herrn Amsler-Laffon (diese Zeitschr. 1884 S. 11) die Grundidee der Polar-Scheibenplanimeter nicht mehr neu war, so waren doch bis zum Erscheinen des Hohmann'schen Präcisionsplanimeters von keiner Seite Vorschläge nach der in den neueren Instrumenten vertretenen Richtung hin gemacht worden, welche dem wiederholt laut gewordenen Bedürfnisse nach einem Polarplanimeter mit grösserer Genauigkeit entgegenkamen.

Darüber, dass das in seiner Einfachheit und verhältnissmässig grossen Leistungsfähigkeit gewiss bewundernswerthe Amsler'sche Instrument nicht unter allen Umständen Resultate von ausreichender Genauigkeit liefert, bestand schon lange kein Zweifel mehr, und die mehrfach zu Tage getretenen Verbesserungen des Polarplanimeters (Pantographensystem und andere), welche allerdings nicht zum gewünschten Ziele geführt haben, legen wohl Zeugniss davon ab, dass man schon länger bestrebt war, die Lücke zwischen dem Amsler'schen und dem Wetli-Hansen'schen Instrument auszufüllen.

Aus diesem Bestreben ist auch des Verfassers Construction hervorgegangen. Der Grundgedanke derselben: statt des beim einfachen Polarplanimeter als Factor auftretenden absoluten Zahlenwerthes der Function des veränderlichen Winkels zwischen Fahr- und Polarm die lineare Grösse dieser Function nach dem Princip des Wetli-Hansen'schen Integrators zu benutzen, ist bereits zu Anfang des Jahres 1880 entstanden. Aus hier nicht näher zu erörternden Gründen war es mir jedoch erst im Januar des nächsten Jahres möglich, an die Verwirklichung der Idee heranzutreten.

Ob die Benennung „combinirtes Planimeter" eine passende ist, lasse ich dahingestellt. Ich habe dieselbe gewählt, weil das Instrument als Combination des Amsler'schen und Wetli-Hansen'schen Planimeters patentirt worden ist, und weil ich den verschiedenen Hohmann'schen Präcisionsplanimetern nicht noch ein anderes unter dieser Bezeichnung

[illegible] wollte, trotzdem ich glaube, dass die Instrumente meines Systems an Präcision [illegible] nicht nachstehen.[1]

Damit die Vorzüge der Scheibenplanimeter in das rechte Licht gestellt werden, möge, bevor ich zur Beschreibung des combinirten Planimeters übergehe, zunächst das [illegible] Amsler'sche Instrument etwas eingehender betrachtet werden.

Die an demselben bemängelte Abhängigkeit der Messung von der Planunterlage liesse sich einfach dadurch beseitigen, dass man die Messrolle, statt auf dem Plane selbst, auf einer mit Papier überzogenen Scheibe oder besser auf einem Kreisringstück laufen liesse, welches centrisch mit dem Pol des Instrumentes verbunden wäre. Es müsste dann nur, damit die Umfahrungsgrenze nicht zu sehr eingeschränkt und das Kreisringstück nicht zu breit würde, das Instrument so gebaut sein, dass das Gelenk zwischen Fahr- und Polarm möglichst über dem Stützpunkt der Messrolle läge, wodurch zugleich erreicht werden könnte, dass die überflüssigen Bewegungen derselben eliminirt oder wenigstens auf ein Minimum reducirt würden. Das Kreisringstück von vielleicht 120° Winkelgrösse würde zweckmässig nur durch eine etwa bei 60° einmündende radiale Schiene mit dem Centrum zu verbinden sein, so dass die ganze Unterlage die Form eines Ankers erhielte, und man noch innerhalb des Leitkreises liegende Flächen mit dem Fahrstift fassen könnte.

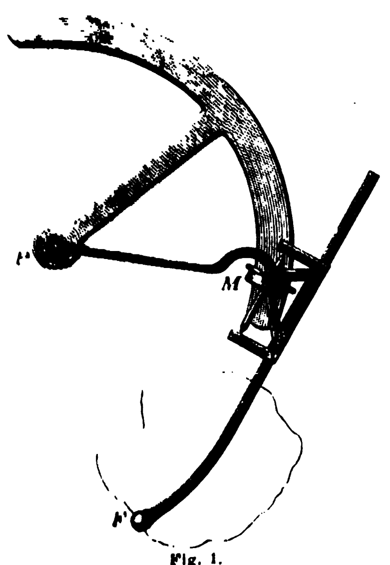


Fig. 1.

Eine derartige ohne Schwierigkeiten zu erreichende Vervollständigung bezw. Abänderung des Polarplanimeters, welche etwa der Darstellung Fig. 1 entsprechen würde, müsste meines Erachtens für die Messung kleinerer und langgestreckter Flächen immerhin von Vortheil sein, und wenn die Einrichtung so getroffen wäre, dass das Instrument auch ohne Kreisringstück gebraucht werden könnte, so würde die allgemeine Verwendbarkeit durch jene Vervollständigung nicht leiden.

Die erreichte Unabhängigkeit der Messung von der Planunterlage allein genügt aber noch nicht, um das Polarplanimeter damit für alle Zwecke brauchbar erscheinen zu lassen, denn ein anderer wesentlicher Uebelstand, welcher mit dem Princip des Instrumentes eng verbunden und nicht ohne Weiteres zu beseitigen ist, liegt in dem zu grossen Werthe der Noniuseinheit, mit anderen Worten in der nicht genügenden Empfindlichkeit. Am meisten fühlbar macht sich dieser Nachtheil bei der Messung kleiner Flächen, bei welchen die unter Umständen innezuhaltende Genauigkeitsgrenze beispielsweise schon durch einen Fehler von einer Einheit überschritten werden kann. Man wird sich nicht zu weit von der Wahrheit entfernen, wenn man für die gebräuchlichen Amsler'schen Instrumente bei mittlerer Fahrarmlänge den Werth der Noniuseinheit zu etwa 0,1 qcm annimmt. Hätte man nun eine Fläche von 10 qcm mit einem Fehler von einer Einheit bestimmt, so würde der Unsicherheitscoefficient von 1/100 bei der Annahme, dass es sich um kostspieligen Grund und Boden handelt, viel zu gross und die Messung als brauchbar nicht anzusehen

[1]) Der Grund, weshalb Herr Amsler die Bezeichnung Präcisionsplanimeter nur für das Kugelcalottenplanimeter mit Messcylinder in Anspruch nehmen will, scheint mir nicht recht stichhaltig zu sein. Meines Erachtens sollte jenes Prädicat weniger von der idealen Vollkommenheit als von der erfahrungsmässigen Leistungsfähigkeit abhängig gemacht werden. Dass das Calottenplanimeter bessere Resultate liefern wird, als die Scheibenplanimeter erfahrungsmässig liefern, wage ich zu bezweifeln.

sein. Nimmt man ferner an, dass im Allgemeinen mit dem höheren Werth von Grund und Boden die Grösse der Parzellen ab- und deren Anzahl zunimmt, wie sich dies speciell bei Stadtplänen zeigt, so kann man wohl mit einiger Berechtigung sagen, dass das einfache Polarplanimeter gerade dort, wo es die grösste Verwendung finden könnte, am wenigsten am Platze ist. Man wende hier nicht ein, dass für die Kartirung von Stadtplänen meist grössere Maassstabsverhältnisse gewählt werden und die Parzellen somit grösser zur Darstellung kommen, sondern bedenke, dass bei derartigen Aufnahmen erstens eine dem Maassstabe entsprechende grössere Detaillirung in's Auge gefasst, und zum Andern die Genauigkeitsgrenze sehr eng gezogen wird. Auch der durch Verkürzung des Fahrarmes zu erreichende kleinere Werth der Noniuseinheit wird wenig nützen können, weil die Umfahrungsgrenze zu sehr eingeschränkt wird und andere Umstände, deren Erörterung hier zu weit führen würde, mehr ihren fehlerbringenden Einfluss geltend machen.

Noch ein dritter Uebelstand des Amsler'schen Instrumentes, welcher unzertrennlich mit dessen Wirkungsweise verbunden ist, darf hier nicht unerwähnt bleiben. Derselbe liegt in den componentalen Bewegungen der Messrolle. Die bei der Messung vor sich gehende ständige Veränderung des Winkels, welchen die Rollenaxe mit ihrer Bewegungsrichtung bildet, kann leicht zu Störungen und Unsicherheiten im Umwälzen der Messrolle Veranlassung geben. Mit jenem Winkel verändert sich das Verhältniss der an den Körnern der Axe und an dem Messrollenrande wirkenden Widerstände, und so kann es vorkommen, dass bei sehr spitzem Winkel die Widerstände in den Körnerpunkten gross genug sind, um die minimale Umwälzung, welche stattfinden müsste, zu verhindern. Ausserdem wirken bei den schrägwinklig gegen den Rand der Rolle erfolgenden Bewegungen Staub und Unebenheiten auf der Unterlage erklärlicher Weise mehr auf die Messung ein, als wenn die Bewegung stets normal zu der Rollenaxe stattfände.

Die diesen Nachtheilen auf der andern Seite gegenüberstehenden grossen Vortheile: nämlich die leichten polaren Bewegungen und vor allen Dingen die damit zusammenhängende grosse Einfachheit sind aber so schwerwiegend, dass das Polarplanimeter trotz jener Schattenseiten die ausgedehnteste Verwendung finden musste, und dass es auch in Zukunft für viele, namentlich generelle Zwecke ein unentbehrliches Instrument bleiben wird.

Das bis dahin neben dem Amsler'schen Polar-Planimeter gebräuchliche Wetli-Hansen'sche Linearplanimeter hat sich dagegen nur verhältnissmässig wenig Freunde erworben, obgleich es gerade bei kleinen Flächen mit einer etwa 7 bis 8mal grösseren Genauigkeit arbeitet. Der Grund, weshalb dies Instrument so wenig Eingang gefunden hat, ist einerseits in den höheren Anschaffungskosten, vornehmlich aber in der mit den linearen Bewegungen verbundenen Complicirtheit und in der Empfindlichkeit gegen äussere Eindrücke zu suchen. (Namentlich ist es der die Trommel der Multiplicationsscheibe führende Draht, welcher leicht zu Störungen Veranlassung giebt.) Zweifellos würde das Linearplanimeter an manchen Stellen, wo die höheren Anschaffungskosten nicht gescheut worden wären, mehr Verwendung gefunden haben, wenn nicht der Umstand zu sehr in's Gewicht fiele, dass das Instrument, um seinen Zweck erfüllen und gute Resultate liefern zu können, nur von sachkundiger und mit demselben vertrauter Hand gebraucht werden darf und sehr subtil behandelt sein will. Das einmal justirte Polarplanimeter hingegen kann Jedermann in die Hand gegeben werden, um bei einiger Geschicklichkeit im Umfahren für lange Zeit, und ohne Störungen befürchten zu müssen, gute Resultate (d. h. mit der von dem Instrument überhaupt zu verlangenden Genauigkeit) zu erhalten.

Letztere Eigenschaft ist es auch vornehmlich, welche dem Amsler'schen Instrumente bei der Neuaufnahme zu Zwecken des Grundsteuerkatasters seiner Zeit ein so grosses Arbeitsfeld verschafft hat. Hier sah man weniger auf grosse Genauigkeit, als auf rasche und leichte Verwerthung billiger Arbeitskräfte, so dass dadurch auch die sonst bei einem Linearplanimeter durch weniger Umfahrungen zu erzielende Zeitersparniss aufgewogen

wurde. Die Grundsteuerverwaltung wird jedoch jetzt bei den höheren Anforderungen an ein gleichzeitig für die Zwecke des Grundbuches dienendes beweiskräftiges Material nicht umhin können, den neueren Planimeterconstructionen einige Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Bei dem Gedanken an ein neues Planimeter musste nun einerseits die Vermeidung jener Uebelstände des Polarplanimeters in's Auge gefasst, andererseits aber auch danach getrachtet werden, das neue Instrument so einfach wie möglich zu gestalten, und da sich die beiden vorbesprochenen Instrumente in dieser Beziehung ergänzen, so lag es wohl nahe, zu versuchen, ob nicht die Vortheile des einen Systems mit denen des anderen in einem neuen Instrument zu vereinigen möglich sei. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend ist das combinirte Planimeter entstanden; wie und in welchem Maasse dasselbe jenen Forderungen gerecht geworden ist, möge im Laufe der nun folgenden Beschreibung und der daran anzuknüpfenden Betrachtungen erhellen.

Figur 2 stellt das neue Instrument in etwa ⅓ der wirklichen Grösse dar. Es besteht aus vier Haupttheilen, und zwar:

1. aus dem auf der Unterlage, dem Plane, fest aufliegenden Kreissector *A* mit den beiden zum Beschweren und als Handhabe dienenden Metallinsen *O*;

2. aus dem im Kugelpol *E* mit *A* verbundenen Polarm *PP* mit den beiden fest unter einander verbundenen Scheiben *S* und *s*, der Gleitstange *G* und der federnden Stützrolle *R*.

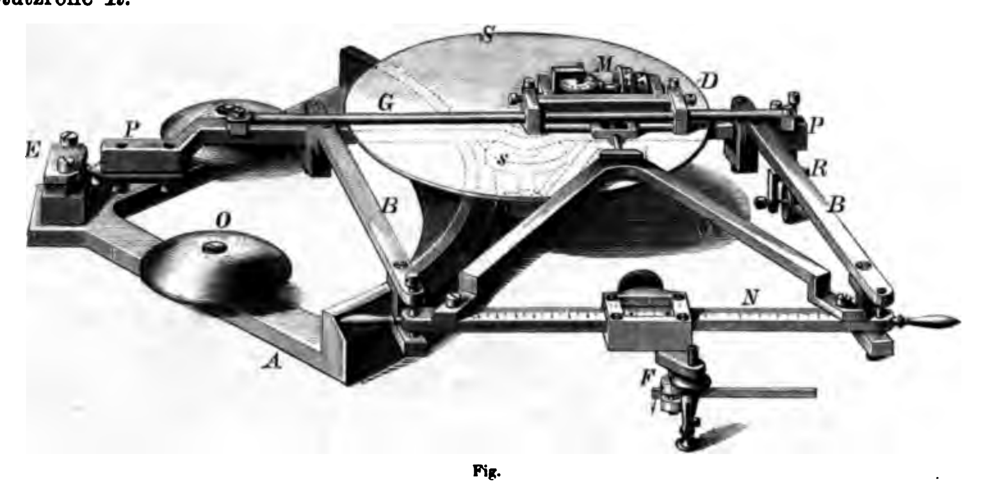


Fig.

3. aus dem mit *PP* verbundenen Gelenkparallelogramm *BBN* mit dem Fahrstift *F* und der winkeligen Führstange *C* und

4. aus der von *C* geführten mittels des I förmigen Stückes *D* an *G* gleitenden Messrolle *M*.

Damit der ungefähr einen Winkel von 90° haltende Sector *A* auf der Unterlage sicher aufliegt und nicht schmutzt, sind an drei Stellen, unter dem Pol und etwa 5 cm von beiden Bogenenden unter dem Bogen selbst kleine Kartonplättchen untergeklebt. Der hochstehende Rand des Bogens ist oben nach aussen zu mit einer etwa unter 45° geneigten Abschrägung versehen, welche genau centrisch zum Pol gearbeitet sein muss, und an, bezw. auf welcher die untere kleine Scheibe *s* ruht und bei der Bewegung des Polarmes vermöge der stattfindenden Friction rotirt. Die Scheibe sowohl wie der Rand sind mit einem feinen Strich versehen, welcher einen besseren Contact zwischen beiden vermitteln soll.[1]) Bei dem zuerst gebauten Instrument war der Sector aus Messing ge-

[1]) Die Anbringung einer Verzahnung irgend welcher Art, selbst wenn dieselbe sehr exact ausgeführt ist, halte ich bei einem Planimeter, von welchem präcise Messungen verlangt werden, für unzulässig.

gossen und in die Abschrägung eine Stahlschiene eingezogen. Da dies jedoch mit grösseren Umständen verknüpft war, so wird derselbe jetzt gleich mit der Abschrägung aus Eisen gegossen und zwar möglichst genau, damit der fertige Rand bei geringer Abdrehung noch in die obere, weniger poröse Gussschicht zu liegen kommt.

Der Polarm P ist durch Schrauben mit dem Polkugelansatz verbunden. In letzterem befinden sich statt der Löcher Schlitze, welche ein Verlängern oder Verkürzen des Armes gestatten, was nöthig ist, um durch Veränderung des Stützpunktes der Scheibe s am Sectorrande die Parallelstellung des Armes mit der unteren Sectorfläche (Tischebene) herbeiführen zu können. Unterhalb P ist ein Kniestück angeschraubt, in welchem sich das untere Axlager des Scheibenpaares befindet. Der Polarm ist so gebaut, dass er die gemeinsame Scheibenaxe seitwärts von oben her aufnehmen kann.

Auf die Axconstruction und Lagerung der Scheibe s, welche den grösseren Theil der Last des beweglichen Mechanismus zu tragen hat, dabei aber den kleinsten Bewegungen des Polarmes unbedingt folgen muss, ist besonders Bedacht genommen. Das an den Polarm angeschraubte Kniestück nimmt das in eine Körnerspitze auslaufende untere Ende der Scheibenaxe in einem mit Schräubchen versicherten und verstellbaren Stahlstifte auf, während der obere, halsförmig conisch ausgedrehte Theil der Axe von zwei seitlich an P angeschraubten Lagerplatten LL_1 gehalten wird (Fig. 3). Von diesen Platten geht die linksseitige L mit einer abgerundeten und nach unten abgeschrägten Kante direct gegen den Hals, während die rechtsseitige L_1 in dem gleichfalls mit abgerundeten Kanten versehenen Winkelausschnitt den conischen Halstheil stützend aufnimmt. Durch den Körnerstift des unteren Lagers wird das Ganze so regulirt, dass im oberen Lager ein wenig Spielraum bleibt und sich das Scheibenpaar Ss, vom Rande R abgehoben, leicht (schon durch blosses Anblasen) dreht. Ein derartig gebautes Lager verbindet mit möglichst geringer Reibung grosse Sicherheit im Gange der Axe.

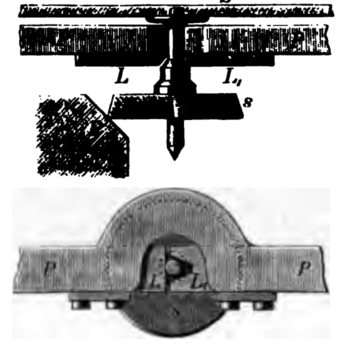


Fig. 3.

Die mit Papier überzogene grosse Scheibe S ist auf den oberen Halsansatz der Axe fest aufgeschraubt. Dieselbe ist bis jetzt aus Metall dünn gedreht worden, soll in Zukunft aber aus Ebonit (Hartgummi) verfertigt werden.

Die Zuverlässigkeit der Scheibenbewegung, von welcher die Messung in erster Linie abhängig ist, prüft man einfach folgendermaassen: Auf dem äusseren Rande der Scheibe wird der Stand derselben gegen irgend einen Theil des Instrumentes, am bequemsten gegen die übergreifende Winkelstange C, durch ein Zeichen (Bleistrich) fixirt. Macht man nun eine beliebige Bewegung mit dem Fahrstift, dessen Ort vorher genau bezeichnet wurde, so muss, wenn der Fahrstift schliesslich auf den Ausgangspunkt zurückgekehrt und die stattgehabte Scheibendrehung tadellos gewesen ist, jene Marke auf dem Scheibenrande genau an derselben Stelle wiedererscheinen, wo sie vor der Bewegung war.

Mit dem Polarm ist ferner das in Körnerspitzen sich bewegende Gelenkparallelogramm BBN verbunden und zwar derartig, dass die Verbindungslinie der beiden Gelenkaxen des Polarmes durch den Pol geht. Dieser von der Theorie geforderten Bedingung kann eventuell durch Justirung am Kugelansatz, dessen Schlitze locker gearbeitet sind, genügt werden, indessen führt eine geringe Abweichung von jener Forderung keine merklichen Fehler herbei. Mit möglichster Genauigkeit dagegen muss die Bedingung des Parallelogramms erfüllt sein, was jedoch, wenn die correspondirenden Schienen desselben zusammen ausgearbeitet bezw. gebohrt werden, nicht auf besondere Schwierigkeiten stossen dürfte.

Ueber der in Millimeter getheilten Schiene N lässt sich eine mit Nonius versehene Hülse hin- und herschieben und mittels Schraube feststellen. Unten an der Hülse ist der Fahrstift und, nach vorn ausspringend, die Fahrstiftstütze angebracht. Die Construction der beiden letzten Theile ist im Wesentlichen aus der Zeichnung genügend ersichtlich. Der eigentliche Fahrstift sitzt an einer kleinen Stahlschiene, welche in einem Schlitz zwischen zwei Muttern sowohl in verticaler als auch in seitlicher Richtung eine Verschiebung gestattet, letzteres, um für einen bestimmten Messrollenwerth eine bestimmte Ablesung an der Schiene N erreichen zu können. Die Stütze, in verticaler Richtung ebenfalls verstellbar, hat einen Kugelgelenkansatz mit unten eingelassener Elfenbeinplatte, welche auf der Unterlage ruht und gleitet.

Bei dem vorliegenden Constructionsprincip ist die Anwendung der Fahrstift- oder hier besser Parallelogrammstütze nicht gut zu umgehen. Dieselbe gestattet zwar den Gebrauch eines Lineals beim Umfahren geradlinig begrenzter Figuren nicht, ich bin aber auch der festen Ueberzeugung, dass kein Praktiker, welcher öfter mit Planimetern umgeht, sich des Lineals bedienen wird, um damit bessere Resultate zu erzielen; denn der wahrscheinliche Fehler, welchen man beim Anlegen des Lineals macht, ist meiner Ansicht nach mindestens ebenso gross, wenn nicht grösser, als der durch die freihändige möglichst ausgeglichene Umfahrung bestehen bleibende Fehler. Sodann kostet das sorgfältige Anlegen des Lineals parallel zu der zu befahrenden Linie, wobei das Augenmaass gute Dienste leisten muss, einschliesslich der Umfahrung ebenso viel Zeit, wie die sorgfältige freihändige Umfahrung.

Mit N ist durch Schrauben das Winkelstück C verbunden, in dessen Scheitel der zur Führung der Messrolle dienende polirte Stahldorn so eingeschraubt ist, dass derselbe genau einen rechten Winkel mit der Schiene N bildet.

An der durch Kniestücke mit dem Polarm verbundenen cylindrischen polirten Stange G gleitet das ¯förmige Stück D, in welches mit Körnerschrauben der die bekannte Amsler'sche Messrolle M aufnehmende Rahmen horizontal so eingehängt ist, dass die Rolle selbst mit ihrem Rande auf der Scheibe ruht. Unter D ist ein anderer kleiner an zwei Seiten durchbohrter Rahmen untergeschraubt, in dessen Löcher der Stahldorn von C genau hineinpasst. Bei der Bewegung des Parallelogramms gleitet D mit M an G entlang, während sich der Stahldorn rechtwinklig zur Bewegung von D in dem unteren kleinen Rahmen hin und herschiebt.

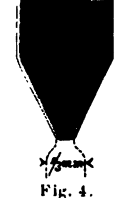
Die am äussersten Ende des Polarmes angebrachte federnde Stützrolle R soll die Lagerung der Scheibenaxe etwas entlasten.

Von dem Mechaniker ist, ausser auf die exacte Ausführung des Parallelogramms, noch besonders auf die sichere und doch leichte Führung des Stahldornes von C in dem kleinen Rahmen von D zu achten. Wenn auch ein todter Gang hierbei nicht so leicht zu befürchten ist, weil sich in dem aufgeschraubten Winkel C stets eine kleine Spannung äussert, welche den verschiebbaren Theil nach oben oder unten gegen G drückt und dadurch den Gang sicherer macht, so ist doch von vornherein Sorgfalt geboten. Von einer durch Abnutzung entstehenden Lockerung kann bei dem in Hartguss gehenden polirten Stahldorn, welcher frei von Oel bleiben muss, nicht wohl die Rede sein. An den von mir untersuchten und justirten, aus der Werkstatt des Herrn C. Bamberg in Berlin hervorgegangenen Instrumenten habe ich nicht die leiseste Spur von todtem Gang entdeckt. Das erste Instrument, mit welchem ich zwei Jahre hindurch viele Versuche angestellt habe, arbeitet heute noch so sicher wie zu Anfang. Dass die Führung von D an G ebenfalls exact gearbeitet und leicht sein muss, ist wohl selbstverständlich, jedoch bringt ein etwas lockerer Gang hier keine so grosse Gefahr mit sich.

Als wichtigste Aufgabe des Mechanikers bezw. Justirers bleibt noch die Ausführung und Bearbeitung der Messrolle zu erwähnen übrig. Das gute Gelingen derselben hängt bei dem kleinen Einheitswerthe von so geringfügigen Umständen ab, dass man

selbst bei exactester Arbeit dem Zufall einen kleinen Antheil zuschreiben muss, wenn die fertiggestellte, mit Strich versehene Rolle von vornherein ihre volle Schuldigkeit thut. Drei Theile sind es vornehmlich, welche bei der Anfertigung derselben in's Auge zu fassen sind: erstens die genaue Centrirung des Randes und der Trommel zur Axe, zweitens die gleichmässige saubere Ausführung der Axkörner und drittens die Bearbeitung des Rollenrandes, sowohl bezüglich des Profils, als auch des zu ertheilenden Striches. Die Folgen einer mangelhaften Centrirung sind wohl ohne Weiteres erklärlich. Was die Axspitzen und deren Lagervertiefungen anbetrifft, so müssen zur Erreichung möglichst geringer Reibungswiderstände die Vertiefungen selbstverständlich einen grösseren Winkel fassen als die Spitzen, und wenn dann etwa bei ungleichen Winkeln jene Widerstände an beiden Körnern ungleich werden, so bewirkt dieser Umstand, dass diejenigen Umwälzungen, welche während der Gleitbewegung der Rolle nach rechts erfolgen, nicht in dem richtigen Verhältniss stehen zu denjenigen, welche während der Bewegung nach links stattfinden. Aus diesem Grunde ist es auch geboten, den Körnern der Messrolle kein Oel zu geben, weil mit der Zeit durch anhaftenden Staub und Dickwerden des Oeles ebenfalls Unterschiede in der Reibung der Axkörner entstehen können.

Was nun die Form des Messrollenrandes in Verbindung mit dem demselben zu ertheilenden Schmirgelstrich anbetrifft, so lassen sich von verschiedenen Gesichtspunkten aus auch verschiedene Profile rechtfertigen. Da aber Profil und Strich je nach der dem System eigenen Bewegungsart der Rolle und je nach dem Gewichte, mit welchem dieselbe auf der Scheibe ruht, mehr oder weniger in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältniss stehen, so glaube ich, dass in der Form des Randprofiles allein die Erfahrung das Richtige treffen kann. Durch specielle längere Beschäftigung mit diesem Gegenstande bin ich für meine Construction, d. h. für die horizontale geradlinige Gleitbewegung der Messrolle, zu nebenstehend (Fig. 4) vergrössert abgebildetem Profil gelangt. Demnach liegen die Berührungspunkte der Messrolle mit der Scheibe nicht wie bei dem vollständig abgerundeten (kreisförmigen oder parabolischen) Profil in einer äussersten Kreislinie des Randes, sondern in einer Cylindermantelfläche von etwa $^1/_3$ mm Breite. Die Kanten des Randes sind abgerundet. Für die Wahl dieser Form sind hauptsächlich zwei sich gegenüberstehende Erwägungen maassgebend gewesen, nämlich: einerseits der Scheibe so viel wie möglich Strichfläche zur Berührung zu bieten, um eine möglichst sichere Bewegung der Rolle zu erreichen; andererseits aber wiederum die Breite nicht zu weit auszudehnen, weil dann der Angriff der Scheibe, welcher summarisch gegen die Mitte der Mantelfläche stattfinden muss, durch kleine Unebenheiten auf der Scheibe leicht zu weit von dieser Mitte abgelenkt werden kann.


Fig. 4.

Der der Mantelfläche zu ertheilende Schmirgelstrich erfordert die grösstmögliche Sorgfalt und gelingt nicht immer gleich bei der ersten Ausführung. Die für die Polarplanimeterrolle gebräuchliche sogenannte Riffelvorrichtung ist so eingerichtet, dass das strichertheilende Schmirgelpapier nur bei einer Bewegungsrichtung der eingespannten Rolle parallel zu ihrer Axe gegen den Rand derselben gedrückt wird, und bei der Rückbewegung die Rolle frei zurückgehen lässt. Hierdurch erhalten die beiden Kanten des Randes erklärlicherweise je nach der Beschaffenheit des Randmaterials und des Schmirgelpapiers verschiedene Structuren, was, wie bei den ungleichen Körnerwiderständen, ebenfalls eine Ungleichmässigkeit der Rollenrotation in den beiden Gleitbewegungsrichtungen zur Folge hat. Der Unterschied in den beiderseitigen Randstructuren wird bei hartem Material und feinem Schmirgelpapier vielleicht nicht von merklichem Einfluss sein. Da aber nach meiner Erfahrung die Rolle bei gröberem Schmirgelpapier (etwa der 3ten oder 4ten Nummer vom feinsten ab gerechnet) bedeutend an Sicherheit gewinnt, so halte ich es für nöthig, dem Rande in beiden Gleitbewegungsrichtungen Strich zu geben, indem

man die Rolle nach dem ersten Durchgange umspannt und die Procedur wiederholt. Die Führung der Rolle bei dieser Arbeit muss selbstverständlich genau in der Richtung ihrer Axe erfolgen, wie auch die Axe der eingehängten Rolle parallel zur Gleitstange sein muss. Die Parallelität zwischen Rollenaxe, Schmirgelstrich und Gleitstange erkennt man daran, dass die Rolle beim Hin- und Herführen auf der festgestellten Scheibe keine Rotationsbewegung, mithin keine Aenderung am Nonius erkennen lässt. Die aus der Nichterfüllung dieser Parallelität hervorgehende Gleitabweichung wird zwar, wenn dieselbe über den ganzen Scheibendurchmesser hinweg nur einige Einheiten ausmacht, nicht gerade von schädlichem Einfluss sein, sondern sich aufgehoben haben, wenn die Rolle am Schluss der Umfahrung wieder auf ihren Anfangspunkt zurückgekehrt und somit die Summe der Gleitbewegungen nach links gleich der Summe derjenigen nach rechts geworden ist. Ueberschreitet aber die Abweichung von der Parallelität gewisse Grenzen, so kann wiederum die Gleichmässigkeit der Rollenumwälzung in den beiden Gleitbewegungsrichtungen darunter leiden.

Der in dieser Beziehung aus den vorstehend aufgeführten verschiedenen Ursachen resultirende Gesammtfehler kommt zum Vorschein, wenn bei Innehaltung aller sonst gegebenen Regeln die Vorwärts- und Rückwärtsumfahrungen bei ein und derselben Figur constante Werthunterschiede ergeben (constant innerhalb der unvermeidlichen Fehler). Durch Beobachtung der Vorschrift, als Messungsresultat stets das arithmetische Mittel aus einer gleichen Anzahl Vorwärts- und Rückwärtsumfahrungen zu verwenden, kann man daher jenen Fehler eliminiren. Wenn jedoch der Vortheil eines Präcisions-Instrumentes nicht allein in der grösseren Genauigkeit, sondern auch in der durch weniger Umfahrungen zu erzielenden Zeitersparniss bestehen soll, so sind zwei Vorwärts- und zwei Rückwärtsumfahrungen zu viel und die Anwendung von je einer Umfahrung in jedem Sinne hat für die Praxis das Bedenken, dass man einen bei der mittleren Ablesung gemachten Lese- oder Schreibfehler nicht entdeckt, weil die erste und dritte Ablesung gleich sind, und man somit trotz der richtigen Functionirung des Instrumentes ein falsches Resultat erhalten kann. Aus diesen Gründen muss meines Erachtens von vornherein danach gestrebt werden, dass die Ergebnisse der Umfahrungen in beiden Richtungen möglichst gleich ausfallen und bei den grössten Flächen höchstens 4 bis 5 Einheiten abweichen. Versucht man dann hin und wieder, ob diese Bedingung erfüllt wird, so kann man sich im Uebrigen mit zwei bis höchstens drei Umfahrungen in ein und demselben Sinne begnügen.

Durch sorgfältige, nöthigenfalls mehrmalige, Strichertheilung wird es meistens ohne besondere Schwierigkeiten zu erreichen sein, dass die Resultate bei ein und derselben Umfahrungsrichtung gleich werden; es ist aber nicht immer leicht, diejenigen Ursachen aufzufinden, welche bei dem Zustandekommen eines Unterschiedes zwischen der Vorwärts- und Rückwärtsumfahrung mitwirken, und welche auch wohl noch andere sein können als die genannten. Deshalb wird, mehr oder weniger bei allen Scheibenplanimetern, zur guten Adjustirung eine gewisse Gewandheit und Ausdauer erforderlich sein.

Das zuverlässigste Verfahren, allen Forderungen bezüglich des Randstriches am vollkommensten gerecht zu werden, sowie überhaupt die Rolle dem Instrument am besten anzupassen, ist meines Erachtens die Ertheilung oder wenigstens Justirung des Striches auf der Scheibe des fertigen Instrumentes. Zwar ist dies eine kleine Geduldsarbeit, man gelangt aber eher zum Ziele als bei der Bearbeitung auf der Riffelvorrichtung. Auf die Multiplicationsscheibe wird, nachdem die Messrolle ausgehängt worden, eine Scheibe Schmirgelpapier der vorerwähnten Nummer glatt aufliegend befestigt, etwa indem dieselbe an mehreren Stellen des äusseren Randes mit ein wenig Gummi betupft und aufgeklebt wird (die Klebestellen beseitigt man nach dem Entfernen des Schmirgel-

papiers mit einem feuchten Schwamm). Alsdann schiebe man zwischen Tisch und Polarm irgend einen festen Gegenstand, so dass die untere Scheibe sich nicht mehr auf den Sector stützt, und stecke zwischen Polarm und grosse Scheibe ein Stück zusammengefaltetes Papier von solcher Stärke, dass das Scheibenpaar sich nur schwer mit der Hand drehen lässt. Die Messrolle wird durch ein zwischen Trommel und Nonius eingeklemmtes Stückchen Papier gleichfalls derartig festgestellt, dass ihre Drehung von Theilstrich zu Theilstrich nur mit der Hand erfolgen und keine Verstellung durch das Ueberführen über das Schmirgelpapier stattfinden kann. Hiernach hängt man die am Nonius auf Null gestellte Rolle ein und führt dieselbe durch Verschieben des Parallelogramms eine bestimmte Anzahl Male von einem Rande der Scheibe nach dem andern. Sodann wird die Rolle von der Scheibe abgehoben, einen Trommel-Theilstrich weiter gestellt und, damit immer neue Schmirgelstellen zur Wirkung kommen, die Scheibe um einen kleinen Winkel gedreht, bevor die Rolle wieder hinabgelassen wird. Von Theilstrich zu Theilstrich fortschreitend, erfordert diese Procedur einen Zeitaufwand von etwa $1^1/_2$ bis 2 Stunden pro Rollenrundgang. Wenn die Rolle auf der Riffelvorrichtung in der vorerwähnten Weise schon Strich erhalten hat, wird in der Regel ein Rundgang genügen, je nach Umständen können aber mehrere nöthig werden, wobei man noch zweckmässig, um alle Stellen des Randes möglichst gleichmässig zu treffen, beim zweiten Rundgange nicht wieder auf volle Theilstriche, sondern auf die Mitte zwischen zweien einstellt. Man thut gut, die Rolle bei jeder Einstellung eine ungleiche Anzahl Male auf der Schmirgelscheibe hin- und herzuführen, damit abwechselnd einmal auf der linken und einmal auf der rechten Seite angefangen bezw. aufgehört wird. Der so behandelte Rand muss, unter dem Mikroskop betrachtet, an allen Stellen gleichmässig geriffelt erscheinen, und es dürfen von der Abdrehung herrührende Längsstreifen jedenfalls nicht mehr zu erkennen sein.

Durch vorstehendes Verfahren habe ich bei den von mir justirten Instrumenten, deren Rollen nicht nach Wunsch waren, vorzügliche Resultate erzielt, und es empfiehlt sich dasselbe wahrscheinlich auch dann, wenn die Rolle im Laufe der Zeit etwa durch Rost beschädigt sein sollte. Dass man niemals einzelne Theile des Rollenumfanges, sondern jedesmal den ganzen Umfang vornehmen muss, versteht sich wohl von selbst.

Die praktische Handhabung des combinirten Planimeters erfordert ein wenig Geschicklichkeit und Uebung, mehr als diejenige des Polarplanimeters, kann aber gegenüber dem Linearplanimeter noch als einfach bezeichnet werden. Die Führung des Fahrstiftes steht zwischen der schwereren und ungleichmässigeren des Hansen'schen und der fast zu leichten des Amsler'schen Instrumentes. Bei der grossen Empfindlichkeit der Scheibenplanimeter kommt es für die Erlangung guter Resultate mehr auf die genaue Innehaltung der Contour der zu umfahrenden Fläche an, und hierfür halte ich eine etwas schwerere, dabei aber sichere und gleichmässige Führung für geeigneter als eine leichte, welche schon durch unwillkürliche Bewegungen der Handmuskeln gestört werden kann. Aus diesem Grunde gebe ich auch der Führung mit beiden Händen den Vorzug vor derjenigen mit einer Hand. Beide Enden der Parallelogrammseite N sind deshalb mit kleinen Griffen versehen, welche rechts und links über die Gelenke hinausragen. Bei der Führung macht die linke Hand eine langsamere Bewegung als die rechte, was meines Erachtens noch zur Sicherheit beiträgt.

Ohne näher auf die theoretische Begründung des Instrumentes einzugehen, möge hier kurz die Wirkungsweise desselben veranschaulicht werden.

Bezeichnet in Fig. 5:

r den Radius der an dem Sectorrande laufenden Scheibe,
p den Radius der Bahn derselben,
ϱ den Radius der Messrolle M,

x den veränderlichen Abstand des ideellen Gelenkpunktes vom Pol P, bestimı durch den Ort des Fahrstiftes F am Parallelogramm,

J den Inhalt der umfahrenen Figur,

A die hierfür erhaltene Ablesungsdifferenz in Noniuseinheiten und

k den Ausdruck $\frac{1000 p}{2 r \varrho \pi}$, so ist

$$k J = x A. \quad (1)$$

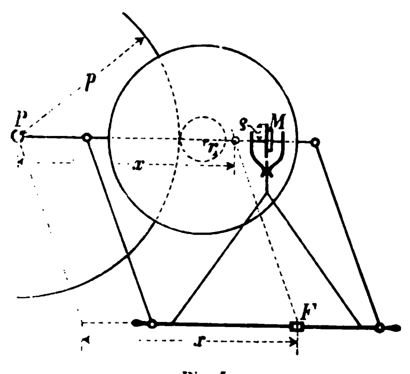


Fig. 5.

Für $x = k$ wird demnach $J = A$.

Die Grössen von p, r und ϱ sind nun so g wählt, dass x an einem ungefähr in der Mitte d Parallelogrammseite N liegenden Punkte gleich wird. Bei Zugrundelegung der Millimetereinheit mı demnach, wenn der Fahrstift sich in diesem Punl befindet, der Flächeninhalt der umfahrenen Figur duı die abgelesenen Noniuseinheiten direct in Quadr millimetern ausgedrückt werden.

Soll für die umfahrene Fläche statt der gefı denen Ablesungsdifferenz A eine andere A_m erhalt werden — was z. B. auch erwünscht sein wird, für gewisse Kartenmaassstäbe bequeme Multiplicatoren für Quadratmeter zu erreicl — und bezeichnet v die hierfür vorzunehmende Veränderung von x (Verschiebung (Fahrstiftes), so ist

$$v = k \left(\frac{J}{A_m} - \frac{J}{A} \right). \quad (2)$$

Statt durch Probiren erhält man also durch Rechnung sofort den für die S(Ablesung gesuchten Ort des Fahrstiftes, wenn für eine Fläche von bekanntem Inha die Ablesung bei einer bestimmten Fahrstiftstellung und die Constante k gegeben si: Auch letztere selbst bestimmt man aus dieser Formel besser, als durch directe Messu von p, r und ϱ, indem für eine dem Inhalte nach bekannte Fläche zwei Werthe A e geführt werden, welche bei zwei um ein Maass v verschiedenen Fahrstiftstellung ermittelt worden sind. Hierbei wähle man v möglichst gross.

Indem ich im Uebrigen, was Theorie, Gebrauch und Justirung anbelangt, ı meinen Aufsatz in der „Zeitschr. f. Vermessungswesen" verweise, gelange ich nun der Frage, ob die bei den Betrachtungen am einfachen Amsler'schen Instrument auf stellten Forderungen für ein genauer arbeitendes Planimeter an dem neuen Instrum(zur Genüge erfüllt sind.

Zunächst ist wohl klar, dass die Messung von der Beschaffenheit der Planunt lage absolut unabhängig ist; denn keiner von den das Resultat beeinflussenden Inst menttheilen kommt mit der Unterlage in Berührung. Einen Beweis, wie wichtig d ist, kann man sich leicht dadurch verschaffen, dass man probeweise auf den Papierüb zug der Multiplicationsscheibe nach einander Scheiben verschiedener Papiersorten a heftet und mit dem so veränderten Instrument Messungen an vorherbestimmten Flácl vornimmt. Auf diese Weise habe ich Unterschiede bis zu 40 Einheiten bei einer Flä(von etwa 70 qcm erhalten.

Die Empfindlichkeit ist bei dem Noniuseinheitswerthe von 1 qmm durchschnittl etwa 10 mal so gross wie beim Polarplanimeter, so dass es möglich ist, Flächen von ı 10 qcm Grösse bis auf eine Einheit (wenigstens durch mehrfache Messung) also bis : $\frac{1}{1000}$ genau zu erhalten. Diese mit dem Kleinerwerden der Fläche abnehmende Genau keit genügt meiner Meinung nach noch für die kleinsten Flächen, denn selbst bei eiı solchen von nur 1 qcm wird man kaum im Stande sein, mit Zirkel und Maassstab eiı

Fehler von 1 qmm nachzuweisen, während nach meiner Ueberzeugung das Instrument diese Fläche bei mehrmaliger Umfahrung bis auf etwa $^1/_2$ qmm d. h. noch bis auf $^1/_{200}$ genau angiebt; und schliesslich erscheint doch eine Genauigkeit, welche über dasjenige Maass hinausgeht, welches mit unsern Sinnes- und Kartirungswerkzeugen zu erreichen möglich ist, für die Praxis irrelevant.

Die dritte Forderung, die Vermeidung der componental getheilten Bewegungen der Messrolle ist ebenfalls erfüllt und zwar durch die geradlinige Gleitbewegung derselben auf dem Durchmesser der Scheibe, deren Angriff gegen den Rollenrand dieserhalb stets normal zur Rollenaxe erfolgen muss. Alle Planimeter, deren Rollen in einem Kreisbogen auf der Scheibe hin- und hergeführt werden, genügen dieser Forderung nicht ganz, wenn auch die vor sich gehende Veränderung des Winkels zwischen der Axe der Rolle und der Richtung des Angriffs gegen den Rand derselben innerhalb weit engerer Grenzen liegt, als beim einfachen Polarplanimeter. Die Durchführung der geradlinigen Gleitbewegung mit Hilfe des Parallelogramms hat zwar ein wenig auf Kosten der Einfachheit geschehen müssen, doch habe ich dafür, was Sicherheit in der Rollenrotation anbetrifft, nicht unerheblich gewonnen.

Zur besseren Beurtheilung der mit dem combinirten Planimeter zu erreichenden Genauigkeit habe ich in der Tabelle 1 die Resultate einiger Messungsreihen zusammengestellt, welche mit Hilfe eines Controllineals an Kreisen verschiedener Grösse ermittelt wurden. (Das Lineal wird am zweckmässigsten so hergestellt, dass von den auf der Theilmaschine zu bohrenden Löchern nur der Anfangspunkt der Theilung zur Aufnahme der Centrumsnadel durchgebohrt wird, während die übrigen Marken durch den Bohrer nur angedeutet werden, um in den dadurch entstehenden conischen (Körner-) Vertiefungen die Fahrstiftspitze bei hochgeschraubter Stütze aufzunehmen, so dass das Parallelogramm mittels der Spitze auf dem Lineale ruht.)

Tabelle 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Laufende No.	Radius mm	Kreisfläche qmm	Mittel aus 10 Umfahrungen vorw.	Mittler. Fehler der einzeln. Umfahrungen $\sqrt{\frac{[vv]}{9}}$	Grösste Abweichg. vom arithm. Mittel	Mittel aus 10 Umfahrungen rückw.	Mittler. Fehler der einzeln. Umfahrungen $\sqrt{\frac{[vv]}{9}}$	Grösste Abweichg. vom arithm. Mittel	Mittel aus Col. 4 u. 7.	Mittel aus Col. 5 u. 8.	Mittel aus Col. 6 u. 9.	Genauigkeits-Verhältniss $\frac{\text{Col. 11}}{\text{Col. 10}}$
1	10,0	314,1	314,0	0,71	1,3	313,8	0,85	1,5	313,9	0,78	1,4	$\frac{1}{402}$
2	20,0	1256,6	1255,8	0,95	1,8	1257,9	0,94	1,6	1256,8	0,95	1,7	$\frac{1}{1323}$
3	30,0	2827,4	2823,9	1,00	2,1	2827,5	0,85	1,5	2825,7	0,92	1,8	$\frac{1}{3071}$
4	40,0	5026,6	5024,7	1,00	1,7	5028,6	1,35	2,6	5026,7	1,17	2,2	$\frac{1}{4296}$
5	50,0	7854,0	7850,9	1,22	2,1	7856,4	0,96	1,6	7853,7	1,13	1,9	$\frac{1}{6950}$
6	56,419	10000,0	9998,5	0,69	1,5	10001,3	0,95	1,7	10000,0	0,82	1,6	$\frac{1}{12195}$

Das Beispiel No. 6 habe ich absichtlich deshalb hinzugefügt, um an der auffallend grossen Genauigkeit gegenüber den anderen Flächen zu zeigen, dass es unter Umständen möglich sein kann, ein Instrument mit noch grösserer Genauigkeit herzustellen, als es für die aufgeführten Beispiele verwendet worden ist. Bei der für die Quadratmillimeter-

für

Fahr

Abl
die
Au
von
gef
ern

mei
der
stell
zur

lage
men
ist,
zug
heft
vorn
von

etwa
10 q
1
1000
keit
solch

ieren
das
inge-
warden.
zu
nur
die
mms
entlang

Combinirtes Planimeter.

Fig. 6.

Lith. [illegible] Sievrus, Berlin O

einheit adjustirten Fahrstiftstellung hat die Messrolle nach Umfahrung einer Fläche von vollen Tausend Quadratmillimetern entsprechend volle Umdrehungen gemacht; deshalb müssen bei jeder Wiederholung der Messung dieselben Stellen des Rollenrandes mit denselben Stellen der Multiplicationsscheibe zusammentreffen und mithin sowohl für die gleitenden als auch für die rollenden Bewegungen jedesmal genau dieselben Momente zur Geltung kommen. Hieraus allein erklärt sich die grössere Genauigkeit in dem Beispiel No. 6. Die Ursache der minder grossen Sicherheit bei den übrigen Beispielen kann daher nur in zwei Dingen, entweder in einer vorhandenen Excentricität der Rolle oder in einer nicht überall gleichen Structur des Randes derselben liegen. Dass in dieser Beziehung Besseres geliefert werden kann, bezweifle ich nicht, denn in der That ergab eins der von mir untersuchten und justirten Instrumente Resultate mit noch kleineren und gleichmässiger anwachsenden mittleren Fehlern, jedoch spielt der Zufall eine kleine Rolle dabei, namentlich was die überall gleiche Beschaffenheit des Randmaterials anbetrifft.

Bauernfeind giebt in seinem bekannten Werke über Messkunde den mittleren Fehler des Polarplanimeters zu etwa $^1/_{500}$ an. Dies Verhältniss wird bei Flächen von 100 qcm und darüber im Allgemeinen bis zu etwa $^1/_{1000}$ aufwärts innegehalten werden, nimmt aber für kleinere Flächen beinahe im Verhältniss des Kleinerwerdens selbst ab, so dass man bei 10 qcm Grösse nur noch auf etwa $^1/_{70}$ rechnen kann.

Für ein mittels Controllineal untersuchtes Polarplanimeter giebt Professor Lorber in Leoben die in Tabelle 2 aufgeführten Genauigkeiten an, welche ich im Allgemeinen durch meine Erfahrungen und durch specielle Versuche bestätigt gefunden und welchen ich deshalb die nach Maassgabe der abgerundeten Flächengrössen interpolirten Genauigkeiten des combinirten Planimeters ohne Weiteres zur Seite gestellt habe. Für die Fläche No. 6 der Tabelle 1 ist selbstverständlich nicht die dort sich ergebende Genauigkeit eingestellt, sondern diejenige, welche bei einer Fläche von etwa 9800 qmm gefunden worden.

Tabelle 2.

Fläche qmm	Genauigkeit	
	Polar-Planimeter	Combin. Planimeter
1000	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{1100}$
2000	$\frac{1}{148}$	$\frac{1}{2100}$
5000	$\frac{1}{355}$	$\frac{1}{4250}$
10000	$\frac{1}{682}$	$\frac{1}{7600}$

Die angegebenen Genauigkeiten verstehen sich natürlich nur für Flächen, deren Contour bei der Messung absolut innegehalten wird, wozu sich in dem Controllineal das beste Mittel bietet. Bei freihändigen Umfahrungen darf für die kleinsten Flächen ungefähr $^3/_4$, für die grössten etwa nur $^1/_3$ bis $^1/_2$ der Tabellenwerthe angenommen werden.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch, eine Abänderung meines Systems kurz zu beschreiben. Das Instrument, wie es bis jetzt gebaut worden ist, war ursprünglich nur dazu bestimmt, kleinere Flächen mit möglichster Präcision zu messen und hierin gewissermaassen das Polarplanimeter zu ergänzen. Deshalb war von vornherein nur auf die Anbringung des Fahrstiftes an der zum Polarm parallelen Seite des Parallelogramms Bedacht genommen. Diese Anordnung gestattet in der Richtung am Sectorbogen entlang eine vollkommen genügende, in der anderen Richtung, radial zu demselben, jedoch nur

Combinirtes Planimeter.

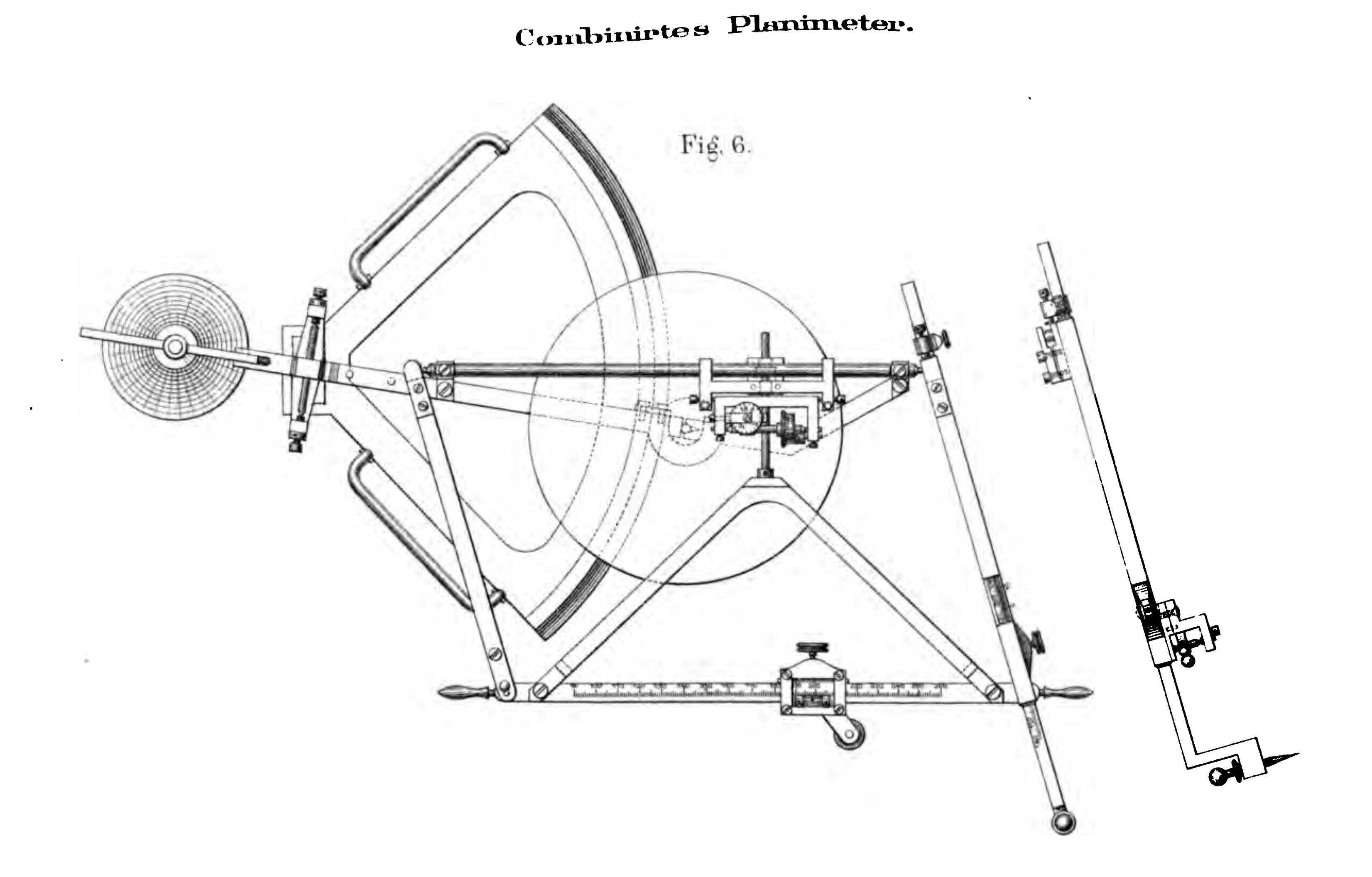
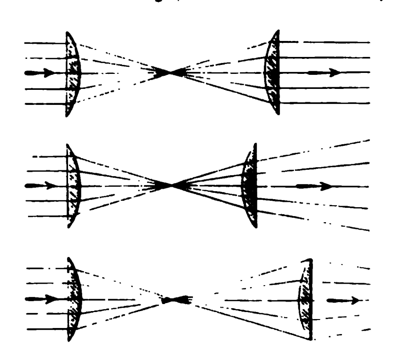


Fig. 6.

Lith. Inst. v. Bogdan Gisevius, Berlin O.

dem unhandlichen und schweren Brillengestell, das Anlaufen an heissen Sommertagen u. s. w. machen die Untersuchung für Arzt und Patienten in gleichem Grade peinlich. Nimmt man hierzu noch die äusserliche Schwerfälligkeit des Apparates, welche den Transport sehr erschwert, so wird man es begreiflich finden, dass schon seit Langem nach einem bequemen Ersatzmittel desselben gesucht worden ist. Die hierfür in Vorschlag gebrachten Einrichtungen, die auf verschiedenen Principien beruhen, waren aber immer noch mit schwerwiegenden Mängeln behaftet, so dass sie sich einer allgemeineren Verbreitung nicht zu erfreuen hatten. Es ist vielleicht nicht uninteressant, die Haupttypen derselben hier kurz zu skizziren. Das älteste derartige Instrument, das Burow'sche Optometer, besteht aus einer an einem Ende mit einer Milchglasscheibe verschlossenen Röhre, in welcher sich eine sehr verkleinerte Photographie der Sehproben befindet, die man vom anderen offenen Ende der Röhre durch eine Lupe betrachtet. Aus der Entfernung der Lupe von der Sehprobe, die für verschiedene Augen verschieden gross ausfällt, wurde der Schluss auf die Refraction des untersuchten Auges gezogen. Seggel verbesserte das Instrument dadurch, dass er es doppelläufig construirte und die später zu besprechende Nagel'sche Einstellungsregel befolgte, doch wurde durch diese Verbesserung der Vorwurf nicht beseitigt, dass der zu Untersuchende, beeinflusst durch die Vorstellung, in einer geschlossenen Röhre etwas scharf erkennen zu müssen, unwillkürlich zu Accommodationsanstrengungen verleitet, und dadurch die Exactität der Refractionsbestimmung beeinträchtigt wurde. Hirschberg vermeidet bei seinem im Jahre 1877 beschriebenen Optometer[1]) diesen Uebelstand dadurch, dass er die Photographie der Sehproben durch ein von einer Linse von 40,5 mm Brennweite erzeugtes kleines Bild derselben, das durch eine Lupe von 27,0 mm Brennweite betrachtet wird, ersetzt; das Instrument ist also ein astronomisches Fernrohr, dessen unvermeidliche Eigenschaft, die dadurch gesehenen Gegenstände unter allen Umständen zu vergrössern, den Hauptübelstand bildet. Dasselbe gilt, mit dem Unterschiede, dass die Vergrösserung für jeden Refractionsgrad noch stärker verschieden ausfällt, von dem v. Gräfe'schen Refractometer, das im Wesentlichen ein holländisches Fernrohr (gewöhnliches Opernglas) darstellt; überdies besitzt das Instrument nicht weniger als drei verschiedene Oculare, was die Anwendung bedeutend erschwert.

Der Gedanke, durch Combination zweier Gläser gewissermaassen eine Linse von variabler Brennweite herzustellen, ist jedenfalls nahe liegend und auch das neue Instrument beruht auf diesem Principe und unterscheidet sich daher von dem erwähnten Hirschberg'schen nur dadurch, dass durch Anwendung zweier Linsen von gleicher Brennweite die Vergrösserung eines unendlich entfernten Objectes vollständig beseitigt ist. Es ist ein Fernrohr ohne Vergrösserung und besteht aus zwei achromatischen planconvexen Linsen von je 5 cm Brennweite, die an den Enden zweier mittels Trieb ineinander verschiebbaren Rohre als Objectiv und Ocular so befestigt sind, dass ihre Scheitel einander zugekehrt sind. Die Entfernung der beiden Scheitel (oder eigentlich der beiden einander zugekehrten Hauptpunkte der Linsen) kann mittels eines Index an dem äusseren Rohre auf einer auf dem inneren Rohre aufgetragenen Scale abgelesen werden.



Ist die Entfernung der beiden Scheitel von einander gleich der Summe der beiden Brennweiten (10 cm), so nehmen die auf das Objectiv parallel auffallenden Strahlen den in der oberen der nebenstehenden Skizzen angedeuteten Weg, treten also parallel aus dem Oculare wieder aus und der ganze

[1]) Beiträge zur praktischen Augenheilkunde, II. Heft, Leipzig 1877.

Apparat wirkt wie ein Planglas, nur mit dem Unterschiede, dass die Aufeinanderfolge der Strahlen und damit das Bild des Gegenstandes umgekehrt wird. Die zu benutzenden Sehproben müssen also verkehrt aufgestellt werden, was für den praktischen Augenarzt den Vortheil bietet, dass dadurch der zu Untersuchende abgehalten wird, dieselben vor der Prüfung zu studiren. In dieser Stellung der Linsen zu einander weist der Index auf Null der Scale.

Macht man die Entfernung der Scheitel kleiner als die Summe der Brennweiten, so treten die Strahlen nach der Brechung im Oculare divergent aus wie in der zweiten Skizze, und das Instrument wirkt wie ein Concavglas. Das Umgekehrte tritt ein, wenn die Entfernung der Scheitel grösser als bei der Nullstellung ist, die parallel einfallenden Strahlen werden convergent gemacht und die Combination wirkt wie ein Convexglas.

Man kann also durch Stellungveränderung der Linsen parallel ankommenden Strahlen jeden beliebigen Grad von Con- oder Divergenz ertheilen, oder mit anderen Worten, der Apparat ist im Stande, jedes beliebige sphärische Brillenglas zu ersetzen.

In dieser einfachsten Form haften aber dem Instrument noch zwei wesentliche Mängel an, die dasselbe für den praktischen Gebrauch ungeeignet machen würden. Es sind dies die Ungleichheit der Gesichtswinkel, unter denen verschiedene Augen ein und dasselbe Object sehen, und die Ungleichförmigkeit der Scale. Was die letztere anlangt, so zeigt eine leicht auszuführende Rechnung, dass, um den Effect eines Brillenglases von

$$0, \quad +1, \quad +2, \quad +3, \quad +4$$

Dioptrien zu erreichen, ein Scheitelabstand von

$$10{,}000, \quad 10{,}263, \quad 10{,}556, \quad 10{,}882, \quad 11{,}250 \text{ cm}$$

der beiden Linsen erforderlich wird. Man sieht also, dass die Werthe der Scalenintervalle fortwährend zunehmen, und wenn dies auch in der Nähe von Null nur langsam geschieht, so wird doch später das Wachsthum so rapid, dass man, um ein Glas von 15 Dioptrien herzustellen, schon ein Rohr von 25 cm Länge, für 18 Dioptrien ein solches von 55 cm und für 20 Dioptrien eines von unendlicher Länge brauchen würde. Man würde also auf die Darstellung stärkerer positiver Dioptrien gänzlich verzichten müssen. Aehnliche Verhältnisse zeigt die negative Seite der Scale, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Scalentheile immer kleiner und kleiner werden. In Betreff des anderen Punktes ist zu beachten, dass bei Betrachtung des Bildes, welches von dem Objectiv in seiner Bildebene erzeugt wird, das kurzsichtige Auge einmal durch die Annäherung des Oculares an das Bild diesem gleichzeitig näher gebracht wird als das normale, und dieses wieder näher als das weitsichtige Auge, dass aber ferner auch das kurzsichtige Auge, das divergente Strahlen auf seiner Netzhaut vereinigt, die Entfernung der Bilder hinter dem Ocular als scheinbar geringer auffasst, als das normale und weitsichtige Auge, die parallele bezw. convergente Strahlen vereinigen. Die Folge hiervon ist, dass dasselbe Object allen drei verschiedenen Augen unter anderen Gesichtswinkeln erscheint. Demzufolge liesse sich mit dem Instrument noch keine directe Sehschärfebestimmung machen, man müsste entweder für jeden einzelnen Fall eine gesonderte Rechnung anstellen, oder eine Tabelle hierfür anfertigen. Aber auch die Bestimmung der blossen Refraction ohne Berücksichtigung der Sehschärfe würde unter der Ungleichheit des Gesichtswinkels leiden, da das scheinbare Wachsen oder Kleinerwerden des Objectes zu Accomodationsanstrengungen verleitet, die den wahren Refractionszustand verdunkeln.

Die beiden erwähnten Mängel werden aber gleichzeitig in höchst einfacher Weise dadurch beseitigt, dass man das Rohr über das Ocularende um etwa 38 mm verlängert, oder besser eine Kappe von dieser Länge mit runder centraler Oeffnung über das Ocular aufsteckt. Dadurch wird, entsprechend dem schon erwähnten Vorschlage Nagel's, erreicht, dass der vordere Brennpunkt des Oculars mit dem Knotenpunkt des Auges zu-

sammenfällt. Es wird hierbei, wie ich in einer ausführlichen Abhandlung über diesen Gegenstand, die demnächst in Schweigger's *Archiv für Augenheilkunde* veröffentlicht werden wird, theoretisch nachgewiesen habe, nicht nur die Grösse des Gesichtswinkels für alle Augen gleich gross, sondern es wird auch die Theilung der Scale vollkommen gleichmässig, so dass bei den gewählten Verhältnissen eine Verschiebung von 2,5 mm einer Dioptrie entspricht und somit die Länge der Scale bei einem Umfang von — 20 bis + 20 Dioptrien nur 10 cm beträgt.

Gleichmässigkeit der Scale würde übrigens auch dann herbeigeführt werden, wenn die übergeschobene Kappe so lang gemacht würde, dass der Brennpunkt des Oculars entweder mit dem vereinigten Hauptpunkte oder auch mit dem vorderen Brennpunkte des Auges zusammenfiele. In letzterem Falle würde dann das Instrument unmittelbar die Nummer desjenigen Brillenglases angeben, welches, im vorderen Brennpunkt des Auges aufgestellt, dasselbe normalsichtig machen würde. Da nun thatsächlich die Brillengläser sich in der Gegend des vorderen Augenpunktes befinden, so hätte diese Art der Einstellung der Kappe einen gewissen Vorzug vor der anderen, bei der die Angaben des Instrumentes sich auf den Knotenpunkt beziehen und daher für die Praxis noch einer kleinen Correction bedürfen. Bei ihrer Anwendung würde man aber den viel schwerer wiegenden Vorzug der Gleichheit des Gesichtswinkels aufgeben.

Beim praktischen Gebrauch ist nun allerdings die Voraussetzung, dass die von der Sehprobe ausgehenden Strahlen parallel auf das Objectiv auffallen, nicht zu erfüllen, da die Sehproben in endlicher und zwar verhältnissmässig kurzer Entfernung aufgestellt werden müssen. Die Folge davon ist, dass das Fernrohr nicht vollkommen ohne Vergrösserung bleibt; der Einfluss der letzteren indess kann unbedenklich vernachlässigt werden; ihr Betrag fällt, wie man sich sowohl durch Rechnung als auch durch directe Vergleichung *à double vue* überzeugen kann, falls nur die betrachteten Objecte sich nicht näher als etwa 4 m vom Beobachter befinden, noch ausserordentlich gering aus; übrigens kann ja auch die Untersuchung mittels des Brillenkastens ebenfalls keine durchaus exacten Resultate liefern.

Ersetzt man die beiden sphärischen Gläser durch zwei planconvexe Cylinderlinsen von 5 cm Brennweite, so kann der Apparat zur Darstellung aller beliebigen cylindrischen Brillengläser und somit zur Bestimmung des Astigmatismus dienen. Doch eignen sich hier nur Sehproben, die aus strahlenförmigen Figuren oder aus concentrischen Kreisen zusammengesetzt sind. Man hat dann diejenige Stellung des Instrumentes zu ermitteln, bei der die grauen Mitteltöne möglichst vollständig verschwinden. Für solche Untersuchungen muss der Apparat an einem Stativ befestigt sein, was sonst nicht absolut erforderlich, wenn auch sehr wünschenswerth ist, und nebenbei auch Umdrehung um seine Axe unter Ablesbarkeit des Betrages der Drehung gestatten, um die Richtung der Meridiane feststellen zu können.

Grosse Bequemlichkeit bietet das Instrument bei Untersuchungen mit dem Augenspiegel als Ersatz der bekannten Rekoss'schen Scheiben dar. Setzt man statt der Kappe einen unter 45° gegen die Axe des Rohres geneigten kleinen Hohlspiegel auf, und beleuchtet durch eine seitlich aufgestellte Lampe einen Punkt der Netzhaut des zu untersuchenden Auges, so treten die von diesem Punkte ausgehenden Lichtstrahlen aus dem Objective parallel aus, wenn das Instrument für dieses Auge richtig eingestellt war. Ein in das Objectiv hineinsehendes Auge wird also den beleuchteten Punkt der Netzhaut deutlich sehen, wenn es selbst normal ist, andernfalls aber die Deutlichkeit durch Veränderung der Einstellung des Instrumentes erzielen können. Hierbei ist es allerdings nicht möglich, dass der Beobachter ebenfalls den Knotenpunkt seines Auges mit dem Brennpunkt der ihm zugewandten Linse zusammenfallen lassen kann, weil diese aus Constructionsrücksichten sich 45 mm tief im Rohre befindet. Er muss also auf Constanz des Gesichts-

winkels verzichten. Dagegen behält die Scale für sein Auge ebenfalls ihre volle Giltigkeit, da bei einer Distanz von etwa 48 mm der Brennpunkt der Linse mit dem vereinigten Hauptpunkt des Auges zusammenfällt. Die Ablesung ergiebt also jetzt die Summe der Anomalien beider Augen; ist die des beobachtenden bekannt, so kann also die des untersuchten berechnet werden. Das Bild des betrachteten Netzhautpunktes ist natürlich ebenfalls umgekehrt.

Dieser Beschreibung entsprechende nach meinen Angaben von der Firma F. Schmidt & Hänsch in Berlin angefertigte Instrumente haben sich bei längerer Anwendung in meiner Praxis sehr gut bewährt.

Ueber künstliche Horizonte.

Von

Prof. **Eugen Gelcich** in Lussinpiccolo.

Die künstlichen Horizonte finden eine ausgedehnte Anwendung sowohl bei Land- als bei Seereisen, zum Zwecke der Ortsbestimmung. Der Seemann führt gerade die wichtigsten Beobachtungen über dem künstlichen Horizont aus, nämlich jene, durch welche er Stand und Gang seines Chronometers zu bestimmen hat. Auch bei gewissen Operationen, die an fest aufgestellten astronomischen Instrumenten vorzunehmen sind, kommen künstliche Horizonte in Verwendung. Eine möglichst gedrängte Besprechung der verschiedenen Formen dieses scheinbar geringfügigen Instrumentes der praktischen Astronomie dürfte daher manches Interesse darbieten.

Zunächst einige Worte über die Nothwendigkeit desselben. Dass zur Zeit, als die geographischen Forschungsreisen zu Lande einen grösseren Aufschwung nahmen, man dringend das Bedürfniss nach einem guten künstlichen Horizont fühlte, braucht nicht eigens betont zu werden. Zur See gaben verschiedene Umstände zur Einführung desselben Anlass. Erstens kommt es oft vor, dass der Meereshorizont (nautisch: die Kimm) entweder durch Witterungsumstände oder durch vorliegendes Land verdeckt wird. Im letzteren Falle pflegt man allerdings die Höhe über der sogenannten Strandkimm zu beobachten und die Depression wegen der Augenhöhe dementsprechend zu berichtigen. Die nautischen Lehrbücher und Tafeln enthalten dann eine Tabelle, welche mit den Argumenten „Augenhöhe“ und „Distanz der Strandlinie“ die corrigirte Depression giebt. Abgesehen aber davon, dass häufig die Beobachtung der Strandkimm schwierig und unsicher ist, beispielsweise beim Vorhandensein starker Brandung, ist auch das Reductionselement, Distanz der Strandlinie meist nur schätzungsweise zu bestimmen, wodurch die Depression wiederum mit Unsicherheit behaftet wird. Als ferner die Chronometer im Seegebrauche eingeführt wurden, musste sich weiter die Nothwendigkeit der Anwendung künstlicher Horizonte durch den Umstand ergeben, dass der Stand und der Gang der Uhren nur im Hafen bestimmt werden kann, wo die Länge und die Breite thunlichst bekannt sind, wo aber andererseits der Meereshorizont vielfach ganz unsichtbar bleibt. Endlich bereiten in der Navigation die Nachtbeobachtungen grössere Schwierigkeiten; die Kimm ist gewöhnlich entweder gar nicht oder nur sehr undeutlich zu unterscheiden und sieht man sie selbst, so sind doch bedeutende Irrthümer in der Schätzung ihrer Lage sehr häufig.[1])

---

[1]) Ueber diesen sehr wichtigen Gegenstand vergleiche man: Biot, Recherches sur les réfractions extraordinaires, qui ont lieu près de l'horizon. Paris 1810. Arago, Oeuvres compl. Bd. XV. S. 574—581. Freeden, Handbuch der Nautik, Oldenburg 1864, S. 221. 287. Eine übersichtliche Zusammenstellung der einschlägigen Erfahrungen auch in der Studie des Verfassers: Die Refraction und die Unverlässlichkeit beobachteter Kimmabstände. Wien 1879.

Um die Sichtbarkeit der Kimm bei Nacht zu erhöhen, hat M. Laurent, Capitän eines Paketbootes der „Comp. générale transatlantique“ die Anwendung von Fernröhren mit sehr grossen Objectivlinsen vorgeschlagen. Die Herstellung des Contactes der Sterne mit dem Meereshorizont erleichtert er durch die Anbringung einer cylindrischen Linse im Fernrohr, welche den Lichtpunkt eines Sternes in einen Lichtstreifen verwandelt. Solche Fernröhre waren 1867 in Paris und 1868 in Havre ausgestellt;[1]) inwieweit dieselben aber ihren Zweck erfüllen, ist mir nicht bekannt geworden.

Solange das Astrolabium das einzige nautisch-astronomische Instrument der Seeleute war, konnte man sich wenigstens theoretisch, von der Nothwendigkeit, den Meereshorizont zu sehen, befreien. Hielt man das Instrument an der Handhabe fest, so stellte sich dasselbe vermöge der eigenen Schwere oder eines eigens angebrachten Gewichtes mit der Nulllinie horizontal. Das hier zu Grunde liegende Princip des Pendels oder Lothes fand auch weiter noch vielfache Anwendung. Ein anonymer Erfinder übergab im Jahre 1729 der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris die Beschreibung eines Astrolabiums,[2]) welches die Gestalt einer Trommel mit an den Basisflächen angebrachten Alhidaden und Visiren hatte und welches durch ein Kugelgelenk an einem Ständer hängend zu halten war. Dem Kugelgelenk diametral gegenüber befand sich ein schweres Pendel und dieses tauchte seinerseits in eine mit Quecksilber gefüllte Wanne, wodurch das Pendel und mit ihm der ganze Apparat eher zur Ruhe gelangen sollten. Kugelgelenk und Pendel befanden sich an der Mantelfläche des Cylinders, so dass die mit der Gradtheilung und mit der Alhidade versehenen Basisflächen eine verticale Lage einnahmen. Die Alhidade verschob man dann solange, bis das Sonnenbild einvisirt war. Zu diesen Versuchen, sich von der Sichtbarkeit des Horizontes unabhängig zu machen, möchten wir auch diejenigen Meynier's zählen,[3]) der einen verticalen Halbkreis in cardanischer Suspension erhalten wollte und diejenige Montigny's, der den Jacobsstab durch ähnliche mechanische Hilfsmittel entsprechend zu verwenden gedachte.

Zu dieser Kategorie von Instrumenten würde ferner der Seetheodolit von Volani zählen, den wir in Triest im Jahre 1881 ausgestellt sahen und der eben aus einem gewöhnlichen Theodoliten mit Cardanringe und schwerem Bleigewichte versehen, besteht. Hierher gehört endlich auch der Eble'sche Sextant,[4]) der sich für den Landgebrauch und für Liebhaber der mathematischen Geographie zu roheren Zeitbestimmungen durch Sonnenhöhen recht wohl eignet, und den wir deshalb hier kurz besprechen wollen.

Der metallene Sector (Fig. 1) wird in verticaler Stellung mit dem Limbus zwischen zwei messingene Klammern eingesetzt, die einander diametral gegenüber am Rande eines hölzernen Gefässes, das auf drei Fussschrauben ruht, angebracht sind. Ein im Centrum an einem Stift befestigtes Loth p taucht dabei in das in der Höhlung des Gefässes befindliche Wasser. Durch die Fussschrauben wird die verticale Lage justirt, wobei der Lothfaden die Theilung beinahe berührt. Eine Alhidade ist nicht vorhanden, dafür ist bei d eine Messingplatte mit zwei feinen Oeffnungen angebracht; durch diese fällt das Sonnenlicht und erzeugt auf dem gegenüber stehenden Schirmchen s zwei kleine Porta'sche Bilder, welche mit dem Strich, der auf s senkrecht zur Ebene des Limbus gezogen ist, zur Berührung zu bringen

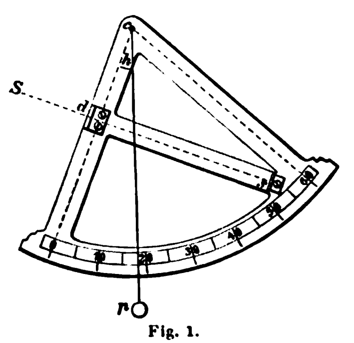


Fig. 1.

[1]) Revue marit. et colon. 1868. October-Heft, S. 325. Der Hydrograph Hue verbesserte noch diese Erfindung durch die Anbringung eines besonderen Oculars. — [2]) Mémoires de mathém. et de phys. rédigés à l'observatoire de Marseille. 1755. II. Th. S. 159. — [3]) A. a. O. 157. — [4]) Neues Zeitbestimmungswerk von M. Eble. Patentirt am 7. April 1852. Tübingen 1853.

sind. Ist s so justirt, dass die Verbindungslinie des Striches mit der Mitte der Distanz der beiden Löcher in d genau senkrecht auf $c\,o$ steht, so giebt das Loth die Höhe h der Sonne über dem Horizont an.

Dieser allgemeine Ueberblick über die Instrumente, die auf demselben Princip beruhen, hat uns geschichtlich zu weit vorausgeführt und wir müssen deshalb nun wieder zur Mitte des siebzehnten Jahrhunderts zurückkehren.

Originell aber doch gar zu primitiv war ein Vorschlag, dessen Autor wir nicht kennen und worüber uns etwas aus Fournier's Hydrographie bekannt wurde. Man wollte in einiger Entfernung vom Beobachter einen verticalen Stab aufstellen, dessen Abstand vom Erdboden der Aughöhe des Beobachters genau gleich zu sein hatte. Die Verbindungslinie des Auges mit dem oberen Ende des Stabes gab dann die Horizontale an und der am Sextanten beim Contact des Gestirnes mit dem Stabende abgelesene Limbuswinkel war die Höhe. Fournier hatte ein so grosses Vertrauen zu diesem künstlichen Horizonte, dass er in seiner Hydrographie darüber schrieb: *Supposez hardiment, que votre horizon est à l'extremité de cette verge.*[1]) Nur empfahl er beim Seegebrauch den Stab möglichst nahe an den Beobachter zu halten, um bei den Rollbewegungen des Schiffes Niveaudifferenzen zu vermeiden. Für Nachtbeobachtungen wurde das Ende des Stabes mit einer Laterne markirt.

Zu Beginn des achtzehnten Jahrhunderts, als man sich Mühe gab, den Quadranten von Davis zu verbessern, wurde von Radouay, Offizier der königl. französischen Marine u. A. auch der Vorschlag gemacht, dieses Instrument mit einer Libelle zu versehen, um mit demselben auch dann Sonnenhöhen messen zu können, wenn der Horizont durch Nebel verschleiert ist.[2]) Einen ähnlichen Vorschlag machten der Engländer Elton[3]) und auch Hadley.[4]) Die Instrumente der letzteren drei Erfinder weichen nur wenig von einander ab, es handelt sich immer um die Horizontalstellung eines Bestandtheiles mit der Libelle. Radouay und Hadley benützten Quadranten, Elton das Instrument von Davis.

Die französische Akademie hatte die Schwierigkeit der Anwendung solcher Libellenapparate vollständig eingesehen, denn im Jahre 1729 noch schrieb sie einen Preis aus für die Erfindung eines Instrumentes, womit unter allen Umständen Sonnen- und Sternhöhen gemessen werden könnten. Merkwürdigerweise wurde dieser Preis dem berühmten Bouguer zuerkannt, für eine zwar verdienstvolle Arbeit, die jedoch über die Refractionswirkung bei Höhenmessungen, nicht aber über den ausgeschriebenen Gegenstand handelte. Eine sonderbare Art eines künstlichen Horizontes beschreibt Bouguer,[5]) ohne den Erfinder zu nennen, den er kurzweg als englischen Künstler bezeichnet. Robertson[6]) wieder zählt ein whirling speculum von Serson auf, ohne den Apparat zu beschreiben. Die Bezeichnung „whirling speculum" und die von Bouguer gegebene Beschreibung lassen bald erkennen, dass es sich um ein und dasselbe Instrument handelt, welches in der Physik bei der Erklärung der freien Axe, in der Astronomie bei der Präcession der Aequinoctien eine gewisse Rolle spielt. Es liegt demselben das Princip des Kreisels zu Grunde. Lässt man den Kreisel an, indem man dafür sorgt, dass seine Axe vertical steht, so kann man die Spitze desselben bei gehöriger Einrichtung zu einem künstlichen Horizonte gestalten. Dieser Zweck wird erreicht entweder durch unmittelbare Gestaltung der Spitze zu einer spiegelnden Fläche oder aber, indem man die Spitze als Träger eines horizontalen gläsernen oder metallenen Spiegels einrichtet, der mittels eines Achates aufgelegt wird. Die Unzweckmässigkeit der Erfindung wurde nur zu bald eingesehen, obwohl Bouguer nicht

[1]) Hydrographie. Paris 1643. S. 506. — [2]) Montucla. Hist. des Mathém. IV. 536. — [3]) Philos. Trans. 1732. No. 423. — [4]) Mémoires de mathém. et de phys. rédigés à l'observatoire de Marseille. 1755. II. Th. S. 133. (Vgl. hierüber d. Zeitschr. 1884. S. 206. — D. Red.) — [5]) Traité de Navigation. Paris 1754. S. 261. — [6]) The elements of navigation. Vierte Auflage. Bd. II. S. 253.

schlecht darüber geurtheilt hatte. Die Eigenschaften des Kreisels wurden übrigens erst vor wenigen Jahren wieder von dem französischen Admiral Pâris ausgenützt, um einen Apparat für die Bestimmung der Roll- und Stampfbewegungen der Schiffe herzustellen.

Bei der Unzweckmässigkeit aller bisher genannten Apparate blieb somit nichts übrig, als zu den Flüssigkeiten zu greifen, die sich von selbst horizontal stellen, oder zu Glas- und Metallspiegeln, welche mit einer Libelle horizontal gestellt werden. Auch hatte man schon im 18. Jahrhundert daran gedacht, beides zu verbinden; man liess nämlich eine Glasplatte auf Quecksilber schwimmen, indem man gerade diese Verbindung für den Seegebrauch in specielle Aussicht nahm.

Ueber die technische Einrichtung solcher Apparate ist wenig zu sagen. Die Flüssigkeitshorizonte sind entweder Trog- oder Dosenhorizonte. Die Troghorizonte bestehen aus einer hölzernen oder eisernen Wanne, welche, falls es sich um Quecksilberhorizonte handelt, mit versilbertem Kupfer ausgefüttert und mit Salpetersäure angequickt wird. Bisweilen befindet sich an einer Seite der Wanne eine verschliessbare Bohrung zum Entleeren. Dem Instrument ist eine Buchsbaumbüchse zum Aufbewahren des Quecksilbers und ein Glasdach beigegeben. Die Büchse ist oft derart eingerichtet, dass beim Ausgiessen des Quecksilbers dasselbe durch kleine Bohrlöcher filtrirt wird. Die Dosenhorizonte bestehen aus einem in einer runden Metallbüchse enthaltenen, mit Quecksilber gefüllten Lederbeutel; unter diesem befindet sich eine Holzplatte, die durch eine Schraube auf nieder bewegt werden kann. Durch Zusammendrücken des Lederbeutels wird das Quecksilber durch ein mittels Hahn verschliessbares Loch in eine flache Schale auf dem Deckel der Büchse ausgebreitet.

Das Handbuch der nautischen Instrumente, herausgegeben vom hydrographischen Amt der Admiralität (Berlin 1882) beschreibt die Dosenhorizonte ohne Angabe ihres Erfinders. In der österreichischen Kriegsmarine sind solche Instrumente durch den eben verstorbenen Dr. Paugger eingeführt worden, der sehr schöne Exemplare durch die Mechaniker H. und F. Müller in Triest anfertigen liess. Ob aber Paugger zum ersten Male solche Apparate lieferte, wagen wir wohl nicht zu behaupten. Dem Paugger'schen Horizont wird auch eine schwimmende Glasplatte mit eingravirter und bezeichneter Randtheilung beigegeben.

Der Baron von Zach versah den Flüssigkeitshorizont mit einem festen Deckel mit einer eigenthümlichen Einrichtung. In einer auf der Schale senkrecht gedachten Ebene, befinden sich nämlich zwei cylindrische Röhren, welche mit der Ebene des Horizontes genau gleiche Winkel einschliessen; durch die eine dieser Röhren tritt der einfallende Strahl, ohne eine Bahnablenkung zu erleiden, auf die Flüssigkeit, durch die andere gelangt der reflectirte Strahl in gleicher Art zum Auge. Beim Gebrauch werden die cylindrischen Röhren durch eine Schraube nach Bedarf geneigt. Der Bewegungsmechanismus ist derart eingerichtet, dass sich beide Röhren immer genau und gleichzeitig um denselben Winkel drehen. Solche Horizonte haben den Vortheil, dass der Deckel die durch den Wind hervorgerufenen Erschütterungen abhält.

Endlich haben wir noch die Glashorizonte, welche ebenfalls durch von Zach im achten Bande seiner *Correspondance astronomique* in Vorschlag gebracht wurden. Sie bestehen aus Glas- oder Metallplatten, die auf drei Stellschrauben ruhen und durch eine Libelle horizontal gestellt werden. Die Weingeisthorizonte, die Gehler in seinem *Physikalischen Wörterbuche* beschreibt, sind weniger in Verwendung. Ein Weingeisthorizont besteht aus einer runden messingenen Büchse, die mit der Flüssigkeit gefüllt und mit einer an der unteren Seite mattgeschliffenen Glasplatte bedeckt ist, gleicht also einer Dosenlibelle. Die Weingeist- und die ihr parallele Fläche der bedeckenden Spiegelscheibe, die das Bild spiegeln soll, sind horizontal, wenn die Luftblase im Innern sich gerade in der Mitte befindet; das Mattschleifen der unteren Fläche befördert hierbei das leichtere Anhängen

des Weingeistes; zum Einstellen dienen drei hölzerne Schrauben, hier wie beim Glashorizont besser als metallene, weil diese sich durch die Wärme ausdehnen und das Einstellen erschweren. Ueber die Geschichte der Weingeisthorizonte berichtet Geissler in den Zusätzen zu Adams's *Instrumentenlehre*[1]) wie folgt: „Um das Jahr 1764 kaufte ich eine von Sisson's kreisförmigen Weingeistwaagen, woran ich drei Stellschrauben anbrachte; allein da das Glas (ein planconcaves), womit der Weingeist bedeckt war, das Segment einer kleinen Kugel machte, so konnte ich damit nur mit Gewissheit die scheinbare Höhe eines Gegenstandes innerhalb 5 bis 6′ bestimmen. Statt dieses ersteren legte ich einige Zeit darauf ein anderes Glas über, dessen concave Seite das Segment einer Kugel von beinahe 30 Fuss Radius war, womit ich denn nunmehr sicher die Höhe bis auf 3′ erhielt, so wie ich es gleichfalls auch sehr nutzbar bei windigem Wetter fand, wo die Flüssigkeiten, ob sie schon mit geneigten Glasflächen bedeckt waren, doch beunruhigt wurden. Im Jahre 1778 wurde ein Glas mit parallelen Flächen an meiner Waage statt des planconcaven angewendet; diese Veränderung entsprach allen meinen Erwartungen auf das Vollkommenste. Ich theilte meine Verbesserung Herrn Dollond mit, welcher seitdem auch viele dergleichen Horizonte gemacht hat und wovon ich selbst einen besitze, der mir vollkommen Genüge leistet. Ich habe das Vergnügen gehabt, von verschiedenen Personen zu hören, die sich dessen in verschiedenen Welttheilen bedient haben, dass er von allgemeiner Anwendung ist. Im Jahre 1783 wurde dieses Instrument in verschiedenen Gegenden von Europa unter dem Namen des Dollond'schen Horizontes bekannt, weil dieser Künstler alle Sorgfalt auf den Bau desselben verwandte.“

Nach dieser kurzen aber doch genügend verständlichen Beschreibung der hier besprochenen Apparate, möchten wir noch einige Worte bezüglich der Eigenschaften hinzufügen, welche ein guter Horizont besitzen muss. (Schluss folgt.)

Verticaler Polarisationsapparat ohne Keilcompensation und mit veränderlicher Dicke der polarisirenden Flüssigkeitsschicht.

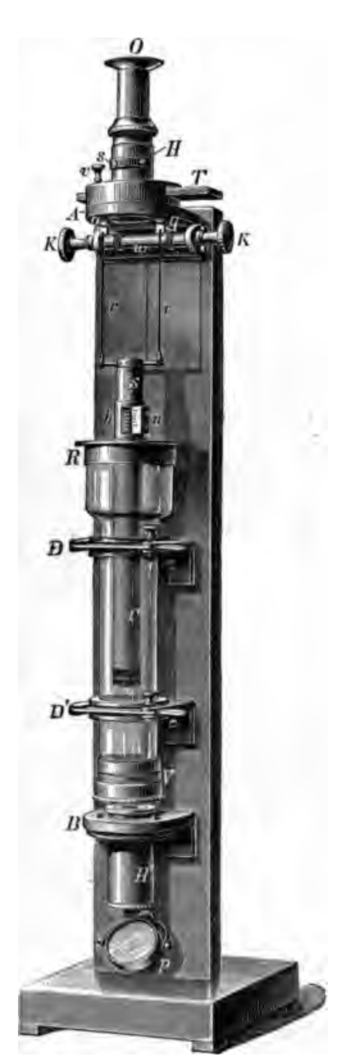
Von
F. Schmidt & Hänsch in Berlin.

Das im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 169 beschriebene Princip unserer Controlbeobachtungsröhre hat sich in der Praxis bereits vielfach bewährt und allgemeinen Anklang gefunden. Es lag deshalb nahe, dasselbe auch unmittelbar für einen einfachen Polarisationsapparat anzuwenden, dessen Kostenpunkt des Wegfalls der grosse Sorgfalt in ihrer Herstellung erfordernden Quarzkeilcompensation wegen ein verhältnissmässig geringer werden konnte. Die mit dem neuen Apparat erreichbare Genauigkeit ist allerdings nicht so gross, wie die mit den Instrumenten vollendetster Construction zu erlangende, immerhin aber bei gehöriger Sorgfalt in genügend enge Grenzen eingeschlossen, um dem Apparat ein weites Feld der Anwendbarkeit namentlich da zu sichern, wo es sich um schnell auszuführende Bestimmungen in grosser Anzahl handelt, wie z. B. bei Probeuntersuchungen des Zuckergehaltes von einzelnen Rüben. Gerade diesen speciellen Zweck hatten wir bei der Construction auch direct in erster Linie im Auge, doch dürfte damit, namentlich vielleicht bei Anbringung kleiner, später zu berührender, Modificationen bezw. Vervollständigungen, das Gebiet der Verwendbarkeit des Apparates keineswegs als abgeschlossen anzusehen sein.

---

[1]) Geometrische und graph. Versuche oder Beschreibung der mathem. Instrumente u. s. w. von George Adams. Aus dem Englischen übersetzt und mit einigen Anmerkungen begleitet von J. G. Geissler. Leipzig 1795. S. 632.

Dem obigen Gesichtspunkte, mit dem Instrument schnell arbeiten zu können, verdanken die eigenthümliche Gestaltung desselben und der von dem bisher Gebräuchlichen ganz abweichende Aufbau der einzelnen Theile in senkrechter Lage ihre Entstehung. Nebenstehende Figur zeigt den Apparat in etwa $^1/_4$ der wirklichen Grösse. Das aus gut getrocknetem Holze (um spätere Verziehungen zu vermeiden) gefertigte Stativ trägt die beiden starken Metallringe *A* und *B*, an welchen in Messinghülsen *H H'* die beiden Nicols befestigt sind. Das untere (Halbschatten-)Nicol ist unbeweglich in der Hülse *H'* eingesetzt, das obere dagegen der Justirung wegen zunächst in ein Rohrstück, das in die Hülse *H* drehbar eingeschoben und von aussen mittels der beiden Schräubchen *s* festgeklemmt ist. Die Schräubchen stecken in einem auf *H* anliegenden Bügel, gehen mit etwas Spielraum durch die Wand von *H* und haben ihr Gewinde in dem inneren Rohr, welches das Nicol enthält. Werden sie gelüftet, so kann der Bügel sammt den Schräubchen und dem inneren Rohr etwas um die Axe von *H* gedreht werden, so dass völlige Intensitätsgleichheit der beiden Hälften des Gesichtsfeldes in dem kleinen Galilei'schen Fernrohr *O*, bestehend aus Objectiv und einfachem concaven Ocular, welches oberhalb des analysirenden Nicols in der Hülse *H* eingeschoben ist, hergestellt werden kann. Zwischen den beiden Ringen *A* und *B* sind an dem Stativ die beiden gabelförmigen Halter *D D'* angeschraubt, in welchen der Glascylinder *C* mittels zweier auf ihm aufgekitteter Metallringe, die an ihrem Umfange eine rechteckige Eindrehung besitzen, in welche die Arme der Halter eingreifen, leicht eingeschoben werden kann. Um den Cylinder in seiner Lage zu sichern, werden die gabelförmigen Halter durch um Charniere drehbare Verschlussriegel mittels Vorstecker geschlossen.



Der Cylinder ist an seinem oberen und unteren Ende genau senkrecht zu seiner Axe abgeschliffen und unten nach Art einer Proberöhre durch ein etwas grosses Deckglas mit Gummiring mittels Verschraubung verschlossen; er nimmt die zu untersuchende Lösung auf und ist oben mit einem gut passenden Metalldeckel *R* versehen, der sorgfältig so gearbeitet ist, dass er mit seiner Auflagefläche sicher auf dem abgeschliffenen Rande des Cylinders aufliegt. In seiner Mitte ist eine kurze Hülse *h* angelöthet, in welcher sich der aus einem unten mittels einer planparallelen Glasplatte verschlossenen, dünnwandigen und innen geschwärzten Messingrohre bestehende Senkel *S* leicht auf und ab bewegen lässt. Die Hülse *h* hat vorn einen rechteckigen Ausschnitt, hinten einen I förmigen Schlitz. Die beiden hierdurch entstehenden Lappen sind etwas nach innen gebogen und drücken federnd den Senkel gegen die vordere Oeffnung der Hülse, doch nur so leicht, dass er sicher schon durch sein eigenes Gewicht nach unten gleitet, selbst wenn der Cylinder *C* ganz mit Flüssigkeit gefüllt ist. Das dabei durch ihn verdrängte Quantum der letzteren findet in der oberen Erweiterung von *C* Platz. Auf dem Tauchrohr *S* befindet sich eine Millimetertheilung, an dem viereckigen Ausschnitt der Hülse *h* der zugehörige Nonius, der Zehntelmillimeter abzulesen gestattet. Die Dicke der polarisirenden Flüssigkeits-

schicht wird demnach begrenzt einerseits durch die obere Fläche des Deckglases, womit der Cylinder *C* unten abgedichtet ist, andererseits durch die untere Fläche der Glasplatte, die den Taucher *S* verschliesst, und wird gemessen durch die Theilung auf letzterem. Die genaue Uebereinstimmung der Angabe des mit der Hülse *h* unveränderlich verschraubten Nonius mit dem thatsächlichen Abstande der beiden begrenzenden Flächen ist durch sorgfältiges Justiren der Länge des Cylinders *C* erreicht. Die Bewegung des Senkels wird durch Drehen an den beiden Knöpfen *K K* der horizontalen cylindrischen Welle *w* bewirkt, wobei sich die beiden Seidenschnüre *r r*, an denen er mittels zweier kurzer Arme an metallenen Ringen leicht abnehmbar aufgehängt ist, mehr oder weniger auf der Welle *w* aufwickeln. Diese geht so fest in ihren Lagern, dass die Reibung den Taucher in jeder Stellung festhält. Die Schnüre *r* sind von *w* aus zunächst durch zwei auf der Unterseite des Ringes *A* eingeschraubte Oesen *q q* und von diesen erst nach dem Senkel geführt, um keinen Zug in horizontaler Richtung auf letzteren auszuüben.

Wird, nachdem in den Cylinder *C* eine Lösung von bestimmtem Procentgehalt, z. B. 20 %, gebracht ist, durch Verschiebung des Tauchers *S* eine bestimmte Dicke der Flüssigkeitsschicht, z. B. 40 mm hergestellt, so wird dadurch das ursprünglich (bei leerem Apparat) vorhandene Intensitätsgleichgewicht der beiden Gesichtsfeldhälften gestört. Um dasselbe wiederherzustellen, ist eine constante Compensation erforderlich, die durch eine im umgekehrten Sinne der Zuckerlösung drehende Quarzplatte von bestimmter Dicke herbeigeführt werden kann. Eine solche befindet sich in dem metallenen Schieber *T* eingesetzt, welcher durch einen rechteckigen diametral gerichteten Schlitz in dem Ringe *A* eingeschoben und durch einen Vorstecker *v* so festgehalten wird, dass die Quarzplatte genau in der Axe des Instrumentes sich befindet. Ist dann umgekehrt in dem Cylinder eine Lösung von unbekanntem Gehalte enthalten, und muss, um nach eingeschobener Quarzplatte wieder Gleichheit der Gesichtsfeldhälften herzustellen, der Senkel soweit herabgelassen werden, dass der Nonius eine genau 40 mm dicke Flüssigkeitsschicht anzeigt, so folgt unmittelbar, dass der Procentgehalt der Lösung gleich 20 war. Musste aber vielleicht eine 120 mm, also dreifach so starke Flüssigkeitsschicht als vorher eingeschaltet werden, so hat auch die Lösung nur den dritten Theil des Gehaltes, also $6^2/_3$ %. Die hier als Beispiel angeführten Zahlen entsprechen mit Rücksicht auf den speciellen Zweck, für welchen, wie oben erwähnt, der Apparat zunächst bestimmt war, den thatsächlichen Verhältnissen des letzteren. Da hierbei Lösungen über 20 % und unter 6 bis 7 % nicht vorkommen, so ist auch die geringste Dicke der Flüssigkeitsschicht, bis auf welche der Taucher herabgelassen werden kann, gleich 40 mm, die stärkste, bis auf welche er gehoben werden kann, gleich 130 mm, und dementsprechend beginnt die Theilung auf letzterem nicht mit Null, sondern mit 40 und endet mit 130. Es ist leicht einzusehen, dass durch Anwendung einer compensirenden Quarzplatte von anderer Stärke diese Beschränkung des Umfanges von 7 bis 20 % leicht beseitigt werden kann. Bleibt man, da es einerseits aus naheliegenden Gründen nicht gut thunlich ist, mit der geringsten Dicke der polarisirenden Flüssigkeitsschicht unter ein gewisses Maass von etwa 40 mm herabzugehen und andererseits eine beliebige Vergrösserung derselben auch nicht angeht, weil dabei der Apparat eine unbequeme Länge erhalten würde, bei den obigen Längendimensionen des Senkrohres stehen, so würden bei Einfügung einer drei Mal so starken Quarzplatte anschliessend Lösungen von 60 bis etwa 20 %, und bei Anwendung einer noch stärkeren Platte auch noch solche über 60 % untersucht werden können. Alle drei Platten liessen sich dann leicht hinter einander in ein und demselben Schieber so einsetzen, dass die jedesmal erforderliche ohne Zeitverlust in die Axe des Apparates geschoben werden könnte.

Das horizontal oder geneigt von einer Lampe oder vom hellen Himmel herkommende Licht wird durch einen unterhalb *H* angebrachten drehbaren Spiegel *P* nach

[illegible] eine in der Hülse *H* unterhalb des Nicols eingesetzte Beleuch- [illegible] störendes Seitenlicht ist im Allgemeinen nicht zu befürchten, da [illegible] untere Nicol gegangenen Strahlen, welche später etwa seitlich [illegible] sämmtlich von der geschwärzten Innenwand des im Verhältniss zu [illegible] Senkels absorbirt werden, andererseits die etwa von aussen [illegible] Cylinders oder den Zwischenraum zwischen Senkel und Ring *A* zum [illegible] Lichtstrahlen nicht polarisirt sind, und also keinen Fehler [illegible] Sollten unter besonderen Umständen vielleicht die Strahlen zweiter [illegible] herbeiführen, so könnten sie entweder durch einen vor den Apparat [illegible] oder einen denselben bis etwa zur Welle *w* umhüllenden Kasten, viel- [illegible] dadurch abgehalten werden, dass man den Cylinder *C* von schwarzem [illegible]

[illegible] mit dem Apparat ist äusserst bequem. Der Cylinder *C* lässt sich [illegible] des Deckels bei etwas hochgezogenem Senkel mit grosser Leichtigkeit zum [illegible] Reinigung herausnehmen und darauf wieder einsetzen. Letztere kann bei [illegible] desselben ebensowohl wie diejenige des Senkels genügend vollkommen [illegible] bezw. Abspülen in einem bereitstehenden Gefässe oder noch besser [illegible] Wasserleitung erreicht werden, wobei das untere Deckglas des Cylinders nur [illegible] des Senkels überhaupt nicht entfernt zu werden braucht; ferner entfällt das [illegible] und vorsichtige Verschliessen der Proberöhren gänzlich und es gleichen [illegible] Folge der Verticalstellung kleine Unhomogenitäten der Lösung leicht aus [illegible] doch nur horizontale Schichten, die keine ungleichmässigen störenden Ein- [illegible] die beiden Hälften des Gesichtsfeldes ausüben.

[illegible] man mit so geringen Quantitäten von Lösungen zu arbeiten hat, dass die- [illegible] genügen, um den Cylinder in ausreichendem Maasse zu füllen, wie es bei [illegible] einzelner Rüben auf ihren Zuckergehalt vorkommt, so kann man so verfahren, [illegible] ein sehr dünnes Proberöhrchen von bekannter Länge mit der Lösung anfüllt [illegible] das Innere des Senkels einführt, in den Cylinder aber eine Lösung von bekannter [illegible] einbringt. Die Berechnung des Gehaltes der Probelösung fällt dann allerdings [illegible] umständlicher aus, kann aber durch Herstellung einer Tabelle wieder sehr ver- [illegible] werden.

Referate.

Apparat für Cohäsionsbeobachtungen.

Von C. Schall. *Chem. Ber. 17. S. 2555.*

Um die Kraft zu bestimmen, mit welcher eine Platte von einer Flüssigkeitsoberfläche losgerissen wird, ist es erforderlich, die Platte genau horizontal zu stellen und in verticaler Richtung abreissen zu können. Diesen beiden Bedingungen genügt Verf. durch Anwendung von Glasplatten, die an dem einen Balken einer empfindlichen, 0,01 g Belastung noch deutlich anzeigenden Waage aufgehängt werden. Zu diesem Behufe sind auf der oberen Seite eines flachen Metallringes acht längliche gabelförmige Metallstücke von rechteckigem Querschnitt in radialer Richtung so aufgeschraubt, dass die gabelförmigen Enden über den äusseren Umfang des Ringes vorstehen. Mittels vier derselben, die um Winkel von 90° von einander abstehen und auf der Unterseite mit flachen horizontalen Einschnitten versehen sind, ruht der Ring ähnlich wie die Gehänge einer Waage auf kurzen Prismen, die an den unteren Enden von vier Hängestangen nach beiden Seiten hin vorstehend befestigt sind, derart, dass die Stangen zwischen den beiden

Zinken der Gabeln hindurchgehen und also frei beweglich sind. Am oberen Ende der Hängestangen sind Schraubengewinde angeschnitten, deren Muttern an den vier Armen eines Kreuzstückes drehbar sind. Das Kreuzstück wird mittels Hakens und eines feinen versilberten Kupferdrahtes an dem Waagebalken aufgehängt. — Zur Festhaltung der Glasplatten dienen die übrigen vier der an dem Metallringe befestigten acht Metallstücke; zu diesem Zwecke ist in dem radialen Schlitze derselben je ein nach unten und innen gerichteter Haken beweglich und an beliebiger Stelle des Schlitzes feststellbar. Zwischen diese Haken können Glasplatten von verschiedener Grösse mit den äusseren Rändern eingespannt werden. Mittels der erwähnten Schraubengewinde sollen sich die Stäbe und damit der Metallring, sowie die daran befindliche Glasplatte leicht auf und abwärts bewegen und letztere in genau horizontale Lage bringen lassen; ob dies aber bei der vorliegenden Form der Vorrichtung wirklich so leicht möglich ist, möchten wir doch bezweifeln, mindestens ist die Gefahr eines einseitigen Kippens der Glasplatte im Moment des Abreissens eine sehr grosse. Der Uebelstand hätte sich leicht und vollständig bei Anwendung von nur drei Stützpunkten, und zwar stumpfer Spitzen besser als Schneiden, vermeiden lassen. *Wysch.*

Beschreibung eines Capillarelektrometers mit horizontalem conischem Rohr.

Von A. Chervet. *Journ. de Phys.* ***II.*** ***3.*** *S. 258.*

Zwei Flaschen sind durch ein seitlich an beide angeschmolzenes Thermometerrohr verbunden; das Rohr erweitert sich an dem einen Ende etwas und ist an dem andern aufwärts gebogen und capillar ausgezogen. Am Boden beider Flaschen befindet sich Quecksilber; in derjenigen, in welcher der umgebogene Theil des Verbindungsrohres liegt, befindet sich über dem Quecksilber angesäuertes Wasser (1 Theil Schwefelsäure auf 10 Theile Wasser), welches die Rohrmündung bedeckt. In beide Flaschen sind Platindrähte eingeführt, die in das Quecksilber tauchen. Die Flasche, an welche das erweiterte Ende des Verbindungsrohres angeschmolzen ist, wird durch ein Rohr mit einer ferneren Flasche verbunden, in welcher die Luft comprimirt werden kann und an der seitlich ein als Manometer dienendes Rohr angebracht ist. Man kann nun den Luftdruck so reguliren, dass die Trennungsfläche zwischen dem Quecksilber und dem Wasser in der Verbindungsröhre an einer bestimmten Marke liegt. Sobald man nun die oben erwähnten Platindrähte mit der zu messenden Elektricitätsquelle in Verbindung gebracht hat, verschiebt sich jene Grenzfläche; durch Aenderung des Luftdruckes kann man dieselbe an die Marke zurückführen. Aus der hierfür nöthigen Aenderung des Luftdruckes kann man, sobald man diese Grösse für ein Normalelement bestimmt hat, mittels der von Lippmann angegebenen Tabelle die zu messende Potentialdifferenz bestimmen. *L.*

Vorschlag zu einem neuen Basisapparat.

Von F. W. Wright. *Americ. Journ. of Science.* ***III.*** ***28.*** S. 479.

Unsere Quelle giebt einige Mittheilungen über einen Vorschlag, den Verfasser in seinem kürzlich erschienenen Werk *Treatise on the Adjustement of Observations* macht. Um den Schwierigkeiten der Temperaturbestimmung bei den Messstangen der Basisapparate zu entgehen und die hieraus resultirenden Fehler zu vermeiden, schlägt Verf. das (auch nicht ganz einwandsfreie) Mittel vor, die Messstange ständig mit schmelzendem Eise zu umgeben, sie also auf constanter Temperatur zu erhalten und zwar derselben, bei der ihre Länge bestimmt worden ist. Die Construction der Messstange soll folgende sein: Ein Stahlstab von 6 m Länge und 25 mm quadratischem Querschnitt findet in einer cylindrischen Gussstahl-Röhre von 125 mm lichter Weite Aufnahme. Der von der eigentlichen Messstange nicht eingenommene innere Raum der umgebenden Röhre wird mit

schmelzendem Eise ausgefüllt. Die Eiszufuhr geschieht von der oberen Fläche des Kastens durch kleine cylindrische Röhren, das Abfliessen des Eiswassers durch ein in der Mitte der unteren Fläche angebrachtes Loch. Um den Effect der Biegung möglichst zu verringern, soll die Theilung in der neutralen Axe der Messstange angebracht werden. Die übrigen Einrichtungen des Basisapparates, Ablesungs-Mikroskope, Alignements-Vorrichtung, Niveaus u. s. w., sind dieselben wie bei dem Repsold'schen Apparate der Nordamerikanischen Landesvermessung. — Der Vorschlag, dessen Princip übrigens nicht neu ist, scheint noch nicht ausgeführt worden zu sein und wird auch schwerlich Eingang in die Praxis finden; bei dem schnellen Verbrauch von Eis, den die Construction des Apparates unzweifelhaft bedingt, dürfte die Herbeischaffung der nöthigen Quantitäten einigermaassen schwierig sein. *W.*

Ueber ein neues Sonnen-Ocular.

Von A. Hilger. *Monthly Notices.* ***45.*** *S. 58.*

Um das Licht und die Wärme der Sonnenstrahlung soweit zu vermindern, dass die Beobachtung der Sonne auch mit Instrumenten von weiter Oeffnung geschehen könne, lässt der Verfasser die Strahlen, nachdem sie das eigentliche Ocular des Instruments verlassen haben, in ein Glasprisma treten, an dessen um 45° geneigte Endfläche ein zweites Prisma grenzt, welches ganz aus Canadabalsam besteht. Da der Brechungsindex des Balsams nahe mit dem des Glases übereinstimmt, so tritt der weitaus grösste Theil des Lichts und der Wärme in den Balsam über und verlässt von dort aus das Instrument. Nur ein sehr kleiner Theil wird von der Grenzfläche der Prismen aus rechtwinklig gegen die Axe des Instruments reflectirt und gelangt so zum Auge des Beobachters. Ist auch dann noch bei grossen Instrumenten die Lichtfülle zu mächtig, so kann entweder ein neutrales Glas an das Glasprisma geklebt werden oder letzteres ganz aus hell neutralem Glase gearbeitet werden.

Bestände — wie im Pickering'schen Ocular — das zweite Prisma aus Glas, nur durch eine dünne Balsamschicht mit dem ersten Prisma verbunden, so würden doppelte Bilder entstehen, die zu vermeiden des Verfassers Hauptzweck ist. Die Sonnenprismen von Prazmowsky, welche eine variable und äusserst intensive Abschwächung des Lichts durch Polarisation gestatten, lässt der Verfasser unerwähnt.[1] *Z.*

Ueber eine neue Form des Differentialgalvanometers und über die directe Messung des elektrischen Leitungs-Widerstandes glühender Kohlenfäden.

Von Dr. A. Voller. *Elektrotechn. Zeitschr.* ***5.*** *S. 258.*

Für die Messung grosser Widerstände mittels des Differentialgalvanometers tritt bei Benutzung stärkerer Ströme, welche nicht zu vermeiden sind, wenn es sich z. B. um die Messung des Widerstandes von Glühlichtlampen während des Glühens des Kohlenbügels handelt, die Schwierigkeit auf, dass der Maasswiderstand entweder unter zu starker Erwärmung leidet oder für den Gebrauch ungeeignete Dimensionen erhalten muss. Die früher von William Siemens und Fleeming Jenkin für die Messung

[1] Wie wir aus einer gelegentlichen Mittheilung des Herrn Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Auwers erfahren, hatte derselbe die Deutschen Venusexpeditionen im Jahre 1883 mit Pickering'schen Sonnenocularen ausgerüstet und die zu diesem Zwecke bestimmten Exemplare aus einer grösseren Anzahl von H. Schröder verfertigter Oculare besonders ausgesucht. Das von ihm nach Patagonien mitgenommene, im Frühjahr 1882 durchaus brauchbar befundene Prisma erwies sich indess im December als nicht mehr genügend zweckentsprechend. Prof. Auwers führt dies auf eine Veränderung des Canadabalsams durch Wärmewirkung zurück. Wenn diese Vermuthung zutreffend ist, so scheint daraus gegen die neue Hilger'sche Construction ein erhebliches Bedenken zu folgen. Die Red.

grosser Widerstände construirten Differentialgalvanometer, mit denen ein Widerstand durch einen ihm ungleichen Maasswiderstand gemessen werden soll, compensiren die hierbei auftretende Ungleichheit der magnetischen Momente der sonst gleichen Galvanometerrollen auf die Nadel, in dem einen Falle durch Verschiebung der einen Rolle bezw. der Nadel, ähnlich dem Vorgang bei einer römischen Waage, im andern Falle durch Aenderung der Winkel, unter denen die beiden Stromzweige auf die Nadel wirken; diese Constructionen leiden aber unter dem Uebelstande, dass bei grosser Verschiedenheit der Widerstände in den beiden Zweigen, wie sie bei starken Strömen nothwendig einzuführen ist, die Empfindlichkeit schnell abnimmt. Verf. giebt nun den beiden Rollen seines Differentialgalvanometers von vornherein verschiedene Widerstände — in dem beschriebenen Apparate ist der Widerstand der einen Rolle der zwanzigfache desjenigen der andern —, das Verhältniss des zu messenden Widerstandes zum Maasswiderstande ist dann, wie eine leichte Rechnung zeigt, für die Gleichgewichtslage der Nadel das nämliche wie das der beiden Rollen; Verf. vermeidet aber den Uebelstand, der aus der Abnahme der Empfindlichkeit mit der Zunahme der Differenz der Abstände der Nadel von den beiden Rollen resultirt, dadurch, dass er für die beiden Rollen Drähte wählt, die für die Längeneinheit nahezu gleiche Widerstände besitzen, so dass dann die Widerstände den Drahtlängen proportional sind. In dem ausgeführten Apparate ist die eine Rolle mit 3,6 m gut isolirtem Neusilberdraht von 1,4 mm Durchmesser, die zweite Rolle mit 77,5 m Kupferdraht von 0,4 mm Durchmesser bewickelt; die Querschnitte verhalten sich also nahezu wie die specifischen Widerstände (1 : 12,25 und 1 : 13,25). Durch nachträgliches Justiren des Kupferdrahtes ist das Widerstandsverhältniss der beiden Rollen genau auf das von 1 : 20 gebracht worden. Die Neusilber-Rolle ist mittels Schraube in einer Schlittenführung verschiebbar gemacht, um die genaue Gleichheit ihrer magnetischen Momente auf die Nadel herzustellen. Die Nadel ist 25 mm lang und trägt einen 160 mm langen Aluminiumzeiger; letzterer ist mit Glimmerflügeln versehen, welche die Luftdämpfung bewirken. Der Zeiger spielt auf kleinen Gradbogen, die in einer Entfernung von 2° zu beiden Seiten der Nulllage mit Anschlagstiften versehen sind; der Apparat ist mit einer Glasglocke bedeckt, aus der die Trommel der erwähnten Justirschraube und sämmtliche Polklemmen herausragen. Betreffs detaillirter Beschreibung des Apparates müssen wir unsere Leser auf das Original verweisen. *L.*

Neuer Sonnenschein-Autograph.

Von H. M'Leod. *Phil. Magaz. V. 18. S. 141.*

Die bisherigen Sonnenschein-Autographen benutzen zur Registrirung des Sonnenscheins die Sonnenwärme (vgl. diese Zeitschr. 1883. S. 301), Verfasser bedient sich zu demselben Zwecke des Sonnenlichtes. — Eine photographische Camera ist auf einem Stativ so befestigt, dass ihre Axe parallel zur Polaraxe der Erde und die Linse nach Norden gerichtet ist; der Camera gegenüber ist eine versilberte Kugel aufgestellt. Die Sonnenstrahlen werden von der Kugel reflectirt und durch die Linse auf das lichtempfindliche Papier geworfen, auf welchem ein verzerrtes Sonnenbild entsteht. In Folge der Drehung der Erde beschreibt das Sonnenbild auf dem Papier im Laufe des Tages einen Kreisbogen. Ein Sonnenschein von 10 Secunden genügt, um ein Bild hervorzurufen. Wenn die Sonne durch leichte Wolken scheint, so wird gleichfalls ein Bild producirt, dasselbe ist aber nicht so deutlich und hat auch nicht die intensive Farbe, die durch hellen Sonnenschein gebildet wird. Die Zeit kann derartig registrirt werden, dass vom Centrum des Kreises, auf welchem die Bilder entstehen, radiale Linien nach der Peripherie gezogen werden, die je einen Centriwinkel von 15°, entsprechend einer Stunde, einschliessen. *W.*

Ueber ein neues Element mit Kohlenelektroden.

Von D. Tommasi *u.* Radiguet. *Compt. Rend.* **99**. *S. 129.*

Am Boden eines rechteckigen Porzellangefässes liegt als erste Elektrode eine Kohlenplatte, die von einem Teig von Bleisuperoxyd umgeben ist; die andere Elektrode besteht in einer über der ersten befindlichen zweiten Kohlenplatte, die mit platinirten Stücken von Retortenkohle bedeckt ist. Die beiden Elektroden sind durch ein Blatt Pergamentpapier getrennt, welches so das Gefäss in zwei gänzlich von einander gesonderte Kammern trennt. Man giesst nun in die beiden Kammern eine kleine Menge gesättigter Kochsalzlösung, so dass einerseits das Bleisuperoxyd nicht zu breiig wird, andererseits die Kohlenstücke nur zum Theil in die Flüssigkeit tauchen. Das so erhaltene Element hat eine elektromotorische Kraft von 0,6 Volt und nutzt sich nur bei geschlossenem Strom ab. Bei Vertauschung der Kochsalzlösung mit anderen Salzlösungen, wie Ammoniumsulphat, Glaubersalz, Salmiak oder mit verdünnter Schwefelsäure, ändert sich die elektromotorische Kraft nicht merklich. *L.*

Umwandlung von flüssigen Elementen in trockene.

Von Onimus. *Compt. Rend.* **98**. *S. 1577.*

Die Flüssigkeit des Elementes wird innig mit Gips oder auch mit einer Mischung von Gips und Braunstein oder Eisensesquioxyd angerührt; der Gips verhärtet sich, so dass jedes Gefäss entbehrt und dem Elemente jede gewünschte Form gegeben werden kann. Naturgemäss können derartige trockene Elemente nur in den Fällen von wirklichem Nutzen sein, in denen das Element nur bei geschlossenem Strome arbeitet, insbesondere wenn die Flüssigkeit eine Salmiak- oder Chlorzinklösung ist. Wählt man statt des reinen Gipses die erwähnte Mischung, so ist die elektromotorische Kraft etwas grösser, und die Depolarisation ist, namentlich bei Beimischung von Eisensesquioxyd, eine sehr energische. Die Herstellung dieser trockenen Säulen ist wesentlich einfacher und wohlfeiler als die sonst bekannten Methoden. *L.*

Neu erschienene Bücher.

Vademecum de l'astronome. Appendice à la nouvelle série des Annales astronomiques de l'Observatoire Royal de Bruxelles. Par J. L. Houzeau. 1144 S. Bruxelles 1882.

Das vorliegende Werk nimmt in der Astronomie denselben Platz ein, wie Hellmann's Repertorium für die meteorologische Wissenschaft, jedoch mit der wesentlichen Erweiterung, dass es die Literatur aller Völker und Zeiten umfasst. Wir haben eine astronomische Bibliographie von staunenswerther Vollständigkeit und Gründlichkeit vor uns. An dieser Stelle können wir auf die bibliographischen Schätze, welche Houzeau für das Studium der theoretischen Astronomie bietet, die reichhaltige und sorgfältige Zusammenstellung der Literatur der Beobachtungen leider nicht eingehen, wir müssen uns vom Standpunkte dieser Zeitschrift aus begnügen, der Bibliographie der astronomischen Instrumentenkunde einige Worte zu widmen. Wir finden hier die Literatur der astronomischen Instrumente und ihrer einzelnen Theile mit liebevollem Fleisse zusammengetragen; in der historischen Anordnung des Stoffes und mittels kurzer eingestreuter Bemerkungen ist gleichzeitig gewissermaassen eine Entwicklungsgeschichte gegeben. Wenn wir auch für einzelne Instrumententheile, z. B. Mikrometerschrauben, die Vollständigkeit vermissen, wenn wir auch der Ansicht sind, dass z. B. die *Monatliche Correspondenz* und die *Correspondance Astronomique* von Zach, die für die wichtige Ent-

wicklungszeit der Instrumente zu Anfang dieses Jahrhunderts von grösster Bedeutung sind, noch Manches enthalten, was in die Sammlung hätte eingereiht werden dürfen, so wollen wir dem Verf. daraus keinen Vorwurf machen. Jedenfalls ist das *Vademecum de l'astronome* ein unentbehrlicher Rathgeber für den Forscher auf dem Gebiet der astronomischen Instrumentenkunde und regt zum Studium der Geschichte derselben ganz ungemein an. Wir hoffen, dass auch unsere Zeitschrift nach dieser Richtung hin aus dem werthvollen Werk ihren Nutzen ziehen wird. *W.*

Elektrisches Formelbuch. Von Prof. Dr. P. Zech. Elektrotechnische Bibliothek. Band X. Wien, A. Hartleben.

Die einzelnen Gebiete der Elektricitätslehre sind lexikalisch nach den ihnen zu Grunde liegenden Hauptbegriffen geordnet kurz abgehandelt und dabei die theoretisch und praktisch wichtigen Sätze und Formeln sowie Constantentabellen angegeben. Ein Anhang, der die wichtigsten Bezeichnungen deutsch, französisch und englisch in sehr praktischer Anordnung nebeneinanderstellt, ist besonders dankenswerth. Ein eingehendes Register am Ende des Buches erleichtert dessen Benutzung. *L.*

F. Klein. Die Fortschritte der Astronomie. No. 10. 1884. Köln, Mayer. M. 2,00.

F. W. Simms. The Principles and Practice of Levelling. With plates. London, Lockwood. 8 sh 6 d.

J. Th. Wolf. Photometrische Beobachtungen an Fixsternen aus den Jahren 1876 bis 1883. Berlin, Reimer. M. 10,00.

L. Blum. Lehrbuch der Physik und Mechanik für gewerbliche Fortbildungsschulen. 3. Aufl. Leipzig, C. F. Winter. M. 5,00.

G. Th. Fechner. Ueber die Methode der richtigen und falschen Fälle in Anwendung auf die Maassbestimmungen der Feinheit oder extensiven Empfindlichkeit des Raumsinnes. Leipzig, Hirzel. M. 7,00.

A. Focillon. Expériences et instruments de physique. 215 Seiten mit Abbildungen. Tours, Marne.

A. Himstedt. Ueber Lissajous'sche Curven. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht. M. 0,80.

R. Krüger. Die Abhängigkeit des von einer Influenzmaschine erster Art gelieferten Stromes von der Feuchtigkeit. Ebendaselbst. M. 1,80.

W. Schön. Beiträge zur Dioptrik des Auges. Leipzig, Engelmann. M. 30,00.

F. Huth. Das periodische Gesetz der Atomgewichte und das natürliche System der Elemente. Berlin, Friedländer u. Sohn. M. 1,20.

B. Simon und **P. N. Friderici.** Materialienkunde zum Gebrauche für Eisenbahnen, mechan. Werkstätten, Gewerbeschulen, Gewerbetreibende und Kaufleute. Lahr, Schauenburg. M. 7,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Jahresbericht über das Vereinsjahr 1884:

Die Deutsche Gesellschaft für Optik und Mechanik hat im vergangenen Jahre die Ziele ihrer Vereinsthätigkeit unablässig im Auge gehabt. Die Aufgaben derselben bestehen bekanntlich erstens in der Förderung der mechanischen und optischen Kunst, zweitens in der Anregung collegialischen Verkehrs. Diesen Aufgaben sucht die Gesellschaft theils durch fachwissenschaftliche Vorträge, technische Mittheilungen und Vorlagen,

theils durch Besprechungen gewerblichen Inhaltes und durch gesellige Zusammenkünfte gerecht zu werden.

Die statutenmässigen 17 Sitzungen haben im Laufe des Jahres stattgefunden. An elf Abenden wurden Vorträge gehalten, über welche in dieser Zeitschrift berichtet worden ist. Sechs Versammlungen dienten der Besprechung interner Angelegenheiten und Gegenständen von industriellem Interesse. Die Gesellschaft hat die angenehme Aufgabe, den Herren Vortragenden, sowie denjenigen Mitgliedern, welche sich um die Pflege der gewerblichen Interessen des Vereins verdient gemacht haben, hiermit verbindlichsten Dank zu sagen.

Die Arbeiten der Recept-, sowie der Schulcommission konnten im vergangenen Jahre noch nicht zur Erledigung kommen und werden im laufenden Jahre ihrer Lösung entgegengeführt werden.

Die Mitgliederzahl der Gesellschaft ist auf 187 gestiegen, worunter 125 hiesige und 62 auswärtige Mitglieder sind.

Die Gesellschaft kann auf das abgelaufene Vereinsjahr mit Befriedigung zurückblicken und mit froher Hoffnung auf ferneres gedeihliches Wirken das neue Arbeitsjahr beginnen.

Sitzung vom 6. Januar 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

Die Sitzung ist nur geschäftlichen Angelegenheiten gewidmet. Der Schatzmeister Herr Sprenger verliest den Kassenbericht. Auf Antrag der Kassenrevisoren Herren Reimann und Sokol wird der Kassenverwaltung Decharge ertheilt.

Hierauf findet unter Vorsitz der Wahlvorbereitungs-Commission die Neuwahl des Vorstandes statt. Gewählt werden und nehmen die Wahl an die Herren: R. Fuess (Berlin SW., Alte Jacobstr. 108) als erster, C. Bamberg als zweiter und H. Haensch als dritter Vorsitzender, L. Blankenburg als erster und O. Brandt als zweiter Schriftführer, E. Sprenger (Berlin SW., Ritterstrasse 75) als Schatzmeister und P. Stückrath als Archivar. Zu Beisitzern werden gewählt und nehmen die Wahl an die Herren: W. Handke, A. Grimm, L. Reimann und A. Oeltjen.

Sitzung vom 20. Januar 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr Regierungsrath Dr. Loewenherz sprach über die in der Handwerkerschule einzurichtende Tagesklasse für Mechaniker, deren Einrichtung vom Magistrat beabsichtigt und hoffentlich demnächst von der Stadtverordneten-Versammlung beschlossen wird. Ueber die Einrichtungen der Schule werden die Mitglieder der Gesellschaft durch ein Circular des Vorstandes Näheres erfahren; wir können es uns daher versagen, des Weiteren hier darauf einzugehen.

Herr Haensch macht Mittheilung über seinen neuen Polarisationsapparat, dessen Beschreibung der Leser S. 61 dieses Heftes findet.

Herr Bamberg erklärt ferner sein Skioptikon, bei welchem durch Anwendung einer Duplexlampe die vielen Uebelstände der bisherigen Beleuchtungssysteme dieser Apparate vollständig beseitigt sind.

Der als Gast anwesende Herr Bartsch endlich empfiehlt denaturirten Spiritus zu feineren Lacken und sonstigen Zwecken, zu denen bislang nur der viel theurere absolute Alkohol Verwendung fand. Hieran schliesst sich eine kleine Discussion. Herr Sprenger hat mit den' ihm von Herrn Bartsch übersandten Proben zufriedenstellende Resultate erzielt und die Proben namentlich ganz säurefrei gefunden. Herr Bamberg dagegen kann nicht genug vor der Anwendung denaturirten Spiritus warnen, weil zum Denaturiren erfahrungsmässig niemals von Haus aus reiner Alkohol verwendet zu werden pflegt, sondern ungenügend rectificirter, der noch viele fremde Bestandtheile enthält, die seine Anwendung für feinere Zwecke völlig ausschliessen. Auf den Einwand

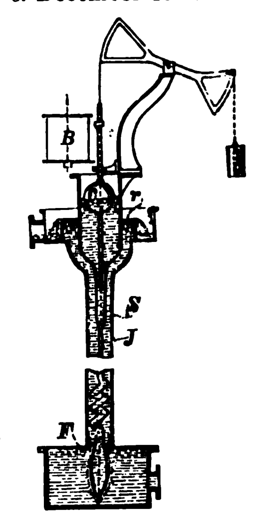
des Herrn Bartsch, dass er nur den besten Spiritus zum Denaturiren nehme, erwiedert Herr Bamberg mit Recht, dass dies Vertrauenssache sei, da man denaturirten Spiritus nicht mehr auf Reinheit untersuchen könne.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Apparat zur fortlaufenden Bestimmung und Registrirung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten. Von Fischer & Stiehl in Essen a. d. Ruhr. No. 27928 vom 6. December 1883.

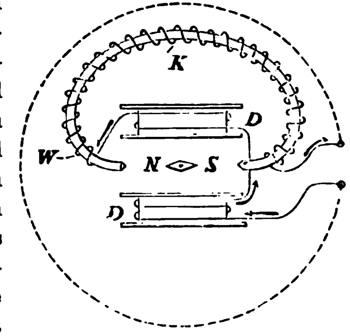


Der Apparat besteht aus dem Standrohr *S* mit Ueberlaufrand *r*, mit welchem unter Zwischenschaltung eines dehnbaren Gefässes *F* oder einer Membran oder eines leicht verschiebbaren Kolbens ein Standrohr *J* in Verbindung steht. Letzteres enthält eine Flüssigkeit von bekanntem specifischem Gewicht, das Rohr *S* die Flüssigkeit, deren specifisches Gewicht ermittelt werden soll. Der Schwimmer *c* und die Trommel *B* dienen zur Registrirung der Angaben.

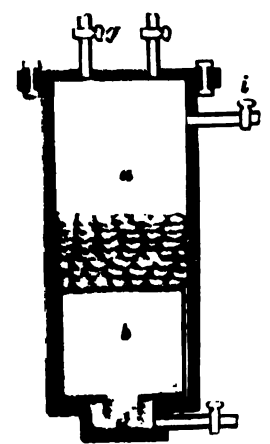
Die Eigenthümlichkeit des Apparates besteht darin, dass das unbekannte specifische Gewicht einer Flüssigkeit durch die Höhe einer Flüssigkeitssäule von bekanntem specifischem Gewicht gemessen wird, welche einer Säule von constanter Höhe der zu bestimmenden Flüssigkeit das Gleichgewicht hält, und dass beide Flüssigkeitssäulen stets auf gleicher Temperatur erhalten werden, wodurch bewirkt wird, dass die Angaben des Apparates von der Temperatur der Flüssigkeit unabhängig werden, derart, dass nicht das wirkliche, sondern das auf eine bestimmte Normaltemperatur reducirte specifische Gewicht angezeigt wird.

Instrumente zum Messen elektrischer Stromstärken und elektrischer Potentialdifferenzen. Von R. E. B. Crompton in London und G. Kapp in Chelmsford. No. 27772 v. 26. Sept. 1883.

Es wird hier nicht die mit der Zeit durch Einflüsse leicht sich ändernde Richtkraft von permanenten Magneten, sondern diejenige von Elektromagneten *K W* benutzt. Um aber eine möglichst für alle Stromstärken constante Richtkraft zu erzielen, werden die Eisenkerne *K* dieser Elektromagnete dünn hergestellt, so dass sie schon durch schwache Ströme in den Zustand der Sättigung gebracht werden. Es kommen hierbei zwei magnetische Momente in Betracht, dasjenige des Elektromagnetkernes *K* und dasjenige der erregenden Windungen *W*. Um letzteres zu eliminiren, werden die ablenkenden Leiter *D D* nicht parallel zur Ruhelage der Nadel *N S*, sondern unter einem Winkel zu dieser angeordnet, welchen man wie folgt bestimmt. Man entfernt den Eisenkern aus dem Elektromagnet und stellt das Instrument so auf, dass die Nadel unter dem alleinigen Einfluss der Horizontalcomponente des Erdmagnetismus eine ihrer Ruhelage entsprechende Stellung einnimmt. Dann leitet man einen Strom durch das Instrument, durch welchen die Nadel, solange der ablenkende Leiter parallel zur Ruhelage derselben steht, aus dem magnetischen Meridian abgelenkt wird. Man dreht dann den ablenkenden Leiter um einen solchen Winkel, dass die Nadel wieder in ihre frühere Lage, in den magnetischen Meridian zurückkehrt. Zur Messung sehr starker Ströme wird eine Nebenschliessung aus starkem Draht angewendet (s. den punktirten Kreis), welche in der Schwingungsebene der Nadel liegt und also auf diese keine Wirkung äussert. Um das Instrument zum Messen von Potentialdifferenzen benutzen zu können, wird die Bewickelung des richtenden Elektromagneten und der ablenkenden Spulen aus vielen Windungen sehr feinen isolirten Drahtes hergestellt, so dass das Instrument ohne



Gefahr zwischen die Punkte eingeschaltet werden kann, deren Potentialdifferenz gemessen werden soll. Es wird dann zunächst der durch das Instrument fliessende kleine Strom gemessen; da aber die Potentialdifferenz dem Strom proportional ist, so kann man die Scale direct in Volt's graduiren.

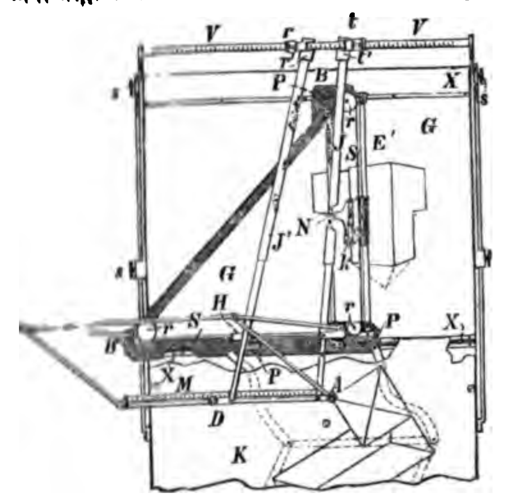


Apparat zur Entwickelung von Kohlensäure von beliebiger constanter Spannung. Von M. Schröder in Berlin. No. 28087 v. 23. Jan. 1884.

Durch Rohr *i* lässt man das abgemessene Quantum Salzsäure bei zunächst offenem Hahn *g* auf die in *a* befindlichen Kalksteinstücke fliessen; die Säure gelangt zwischen den Wandungen der beiden Gefässe *a* und *b* hindurch nach der Vertiefung *d* des ersteren, vermag aber nicht in *b* einzudringen, weil die in diesem Cylinder befindliche Luft nicht entweichen kann. Somit bleibt die Salzsäure auch in Berührung mit den Kalksteinstücken und veranlasst eine starke Kohlensäureentwickelung, welche bei nunmehr geschlossenem Hahn *g* und *i* erst dann aufhört, wenn der Druck der Kohlensäure stark genug wird, um die Luft in *b* soweit zusammenzudrücken, dass die Salzsäure, die Kalksteinstücken freigebend, in *b* eintreten kann. Durch beliebige Annahme der zugeführten Menge Salzsäure kann man somit Kohlensäure beliebiger Spannung erzeugen.

Instrument zum Aufzeichnen perspectivischer Bilder von geometrischen Figuren. Von A. Brix in Frankfurt a. M. No. 27646 vom 12. October 1883.

Von den zwei stufenförmig angeordneten Tischplatten *G* und *K* trägt die eine, *G*, das auf den Schienen *X* mittels der Rollen *P* fahrbare Dreieck *B*. Auf der Schiene *E'* des Dreiecks gleitet der Schieber *N* mit dem Zeichenstift *k*. Der Schieber *N* wird mittels der Schnur *S* bewegt, welche über die Rollen *r* gespannt und auf beiden Seiten des Schiebers *H* befestigt ist. *H* ist an der Schiene *J'* angebracht, welche ebenso wie *J* aus Theilen, welche hülsenartig und lose ineinander gesteckt sind, zusammengesetzt ist. *J'* und *J* sind bei *r'* und *t'* drehbar. *V* lässt sich in verschiedene Entfernungen vom Instrument bringen und durch die Schrauben *s* feststellen.



Die Handhabung des Instruments ist folgende: der Grundriss wird auf das erhöhte Brett *K* aufgespannt. Die „Distanz", von *X* an nach *V* gemessen, wird durch entsprechendes Ein- und Herausziehen von *V*, der „Standort" durch Einstellen des Schiebers *t* fixirt und die „Horizonthöhe", vom Schieber *t* ab nach links abgezählt und hier der Schieber *r* festgeschraubt. Führt man nun den Markirstift *A* längs einer bestimmten krummen oder geraden Linie, während der Strich des Schiebers *D* auf Null des Maassstabes *M* zeigt, so kommt durch *K* diese Linie in perspectivischer Zeichnung so, als läge sie auf ebener Erde, d. h. sie hat die Höhe Null. Setzt man den Schieber *D* auf 12 cm, so entsteht eine perspectivische Darstellung der Figur, als ob sie in einer Höhe von 12 cm schwebte. Setzt man *A* auf verschiedene Punkte und schiebt *S* jedes Mal von Null bis 15, so kommen verticale Linien, welche an und für sich gleich lang, perspectivisch von verschiedenen Längen erscheinen.

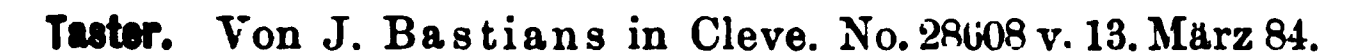
Verbindungen von Gelatine mit Chlorkobalt, Chlorkupfer und salpetersaurem Nickeloxydul, um den Feuchtigkeitsgehalt der Luft anzuzeigen. Von W. Rückert in Liebenwalde. No. 28520 vom 20. December 1883.

Die genannten hygroskopischen Metallverbindungen zeigen im trockenen Zustande andere Farben als im feuchten. Diese Aenderungen treten aber nur bei verhältnissmässig

hoher Temperatur ein. Die Feuchtigkeitsveränderungen, die bei niedriger Temperatur vorgehen, werden nicht angezeigt. Diesem Uebelstand soll dadurch abgeholfen werden, dass als Träger dieser Verbindungen ein Gelatinehäutchen angewendet wird. — In welcher Weise hierdurch der Zweck erreicht wird, geht aus dem Patentblatt nicht hervor.

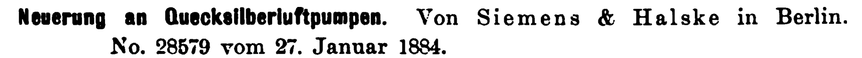
Neuerungen in der Construction hydroelektrischer Elemente. Von Fr. van Rysselberghe in Schärbeck-Brüssel, Belgien. No. 28339 vom 22. November 1883.

Das Gefäss C aus Kupfer oder Blei bildet die positive Elektrode. Dasselbe enthält die depolarisirende Flüssigkeit, ist nach oben durch eine Membran M abgeschlossen und mit einem Rohr T ebenfalls aus Kupfer oder Blei, mit Loch O versehen, welches Rohr gleichzeitig als Polstück und zum Abführen der in C sich bildenden Gase dient. Z ist der auf einem Rande des Glasgefässes V ruhende Zinkpol.



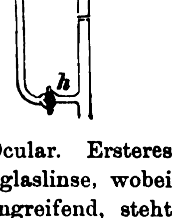
Taster. Von J. Bastians in Cleve. No. 28608 v. 13. März 84.

An dem einen Schenkel ist ein um h drehbarer Theil i angebracht, der durch Winkelhebel l, Stift p und zugehörige Nasen festgehalten wird. Um den eingestellten Taster über einen stärkeren, zwischen den Schenkeln liegenden Theil zurückziehen zu können, drückt man auf den mit Feder m versehenen Winkelhebel l, worauf mittels Feder o der Theil i sich öffnet. Nach der Entfernung des Zirkels wird i wieder zurückgedreht, wobei sich l selbstthätig vor die Nase legt.



Neuerung an Quecksilberluftpumpen. Von Siemens & Halske in Berlin. No. 28579 vom 27. Januar 1884.

Die Anordnung der Quecksilberluftpumpe ist derartig, dass die bei jeder Füllung des Stiefels A durch das Quecksilber verdrängte Luft durch ein kurzes mit einem Ende nach unten gebogenes und unter Quecksilber mündendes Capillarröhrchen g unter dem Drucke des nachfliessenden Quecksilbers ausgetrieben wird, und zwar entweder in einen luftverdünnten Vorraum E oder in einen lufterfüllten Raum, in welchem letzteren Falle jedoch ein Theil des Quecksilbers in der zwischen zwei Füllungen des Stiefels verstreichenden Zeit in diesen unter Einwirkung des Luftdruckes zurückfliesst.



Galilei'sches Fernrohr mit doppeltem Linsenabstande. Von A. Steinheil in München. No. 27887 vom 19. März 1884.

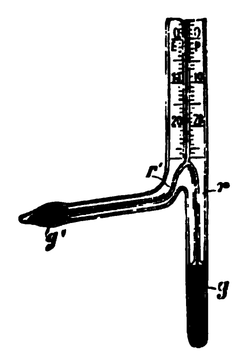
Das System ist zusammengesetzt aus einem verkitteten Doppelobjectiv und einem aus zwei getrennten Linsen bestehenden negativen Ocular. Ersteres besteht aus einem negativen Flintglasmeniscus und einer biconvexen Crownglaslinse, wobei das Flintglas dem einfallenden Lichte zugekehrt ist. In den Lichtconus eingreifend, steht das negative Ocularsystem, welches je nach der verlangten Vergrösserung aus zwei einzelnen Linsen oder aus zwei verkitteten Objectiven besteht, die durch einen Abstand getrennt sind.

Instrument zum Theilen des Umfanges von Kreisen in gleiche Theile von beliebiger Anzahl. Von F. A. Mora in Senlis, Frankreich. No. 28506 vom 25. März 1834.

Auf dem Lineal A, das um den Stift s gedreht wird und in eine beliebige Anzahl gleicher Theile getheilt ist, kann ein Schieber B bewegt und festgestellt werden, der eine

um g drehbare und am Umfang mit einer Spitze m versehene Scheibe E trägt. Der Halbmesser dieser Scheibe muss einem der Theile des Lineals A gleich sein.

Will man einen Kreis z. B. in 19 gleiche Theile theilen, so stellt man Schieber B auf den 19ten Theilstrich des Lineals, setzt die Spitze des Stiftes s in das Centrum des Kreises und dreht das Lineal um die Axe; die Scheibe E wird sich dabei drehen und bei jeder Drehung mittels des Stiftes m einen Punkt markiren; der Abstand dieser Punkte entspricht dem 19ten Theile des Kreises. Als Hilfsmittel für zeichnerische Arbeiten, z. B. zur Theilung gewöhnlicher Räder dürfte das Instrument recht wohl verwendbar sein.



Hygienisches Thermometer. Von Alt, Eberhardt und Jäger in Ilmenau. No. 28214 vom 22. Febr. 1884.

Das Thermometer besitzt zwei Gefässe g und g_1 mit zwei Capillaren r und r_1, wovon die eine für eine Scale mit Theilung in ganze Grade, das andere für eine solche mit Theilung in Zehntel- oder andere Grade dient. Die Gefässe liegen entweder über einander oder in rechtwinkliger Biegung zu einander. Die Füllungen der Gefässe können aus gleichem oder verschiedenem Material bestehen. Auch können die Gefässe parallel zu einander und die Scalen neben- oder hintereinander (Vorder- und Rückseite des Instrumentes) angeordnet sein.

Neuerung an mechanischen Telephonen und mechanischen Telephonsystemen. Von J. B. Cleaver in Brooklyn. V. St. A. No. 28818 vom 24. October 1883. (P. B. 1884 No. 42.)

Typen-Schreibmaschine mit radial angeordneten Tastenhebeln und drehbaren Typensegmenten. Von J. B. Hammond in New-York. No. 28747 vom 18. December 1883. (1884 No. 44).

Elektrisches Correspondenz-Uhrensystem mit hydro-pneumatischem Betriebe. Von C. Diener und C. A. Mayrhofer in Wien. No. 28387 vom 1. Januar 1884.

Dasselbe bezweckt von einer Centraluhr aus eine beliebige Anzahl Secundäruhren automatisch in bestimmten Zeitintervallen zu corrigiren und gleichzeitig aufzuziehen. Die wohldurchdachten Einrichtungen werden voraussichtlich in einem der nächsten Hefte eingehender besprochen werden. (1884 No. 42.)

Elektrischer Apparat zur Signalisirung ab- und zunehmender Temperaturen mit verstellbarem Contacte und doppelter Scale. Von K. Raab in Kaiserslautern, Rheinpfalz. No. 28578 vom 22. Januar 1884.

Der Erfinder benutzt zu seinen Apparaten eine bei zu- bezw. abnehmender Temperatur nach verschiedenen Seiten sich krümmende Feder, die aus Stahl oder Messing oder ähnlichen Metallen und Metalllegirungen hergestellt ist. Diese schliesst je nach ihrer Krümmung einen oder den anderen, auf beliebige Durchschnittstemperaturen verstellbaren Contact (1884 No. 43.)

Mikrophon mit einfacher, doppelter oder mehrfacher Wirkung. Von M. Hipp in Neuchâtel, Schweiz. No. 27035 vom 19. Mai 1883. (1884 No. 44.)

Hohl- und Dickenzirkel. Von C. Stiefelmayer in Esslingen, Württemberg. No. 28774 vom 24. Februar 1884. (1884 No. 44.).

Eckschaltung mit Uebertragung von Ruhestrom auf Arbeitsstrom und umgekehrt. Von J. Kölzer in Duisburg. No. 28966 vom 19. October 1883.

Durch diese Anordnungen soll ermöglicht werden, von einer Hauptleitung aus auf jedem beliebigen Punkte und an jeder Seite derselben eine Seitenleitung mit einem Draht anlegen zu können, welcher mit der Hauptleitung arbeitet wie letztere selbst. (1884 No. 45.)

Feuermelder und Alarmapparat für Maximaltemperaturen. Von Fr. Kaufhold und F. Neubert in Buckau-Magdeburg. No. 28905 vom 27. März 1884. (1884 No. 45.)

Eckschaltung mit Uebertragung von Arbeitsstrom auf Ruhestrom und umgekehrt mit zwei Morse-Relais. Von J. Kölzer in Duisburg. No. 29055 vom 30. Oct. 1883. (1884 No. 48.)

Apparat zur genauen Bestimmung der Brennzeit elektrischer Lampen. Von H. Austermann in Windenbrück, Westfalen. No. 28313 vom 28. December 1883.

Der Apparat besteht aus einem in den Lampenstromkreis eingeschalteten Elektromagneten, dessen Ankerhebel, wenn er angezogen wird, einen Arretirhebel aus dem Eingriff mit dem Prellstift eines Uhrenechappements (Balancier, Unruhe) entfernt, so dass das Uhrwerk so lange geht, als Strom durch den Lampenstromkreis und also den Elektromagneten fliesst. (1884 No. 46)

Umschalter für telephonische Apparate und andere Zwecke. Von Ch. W. Holden in Boston, Mass., V. St. A. No. 28968 vom 27. November 1883.

Die Bewegung eines Hebels nach einer Richtung schaltet die Signalstromleitung von der Hauptlinie aus, den Empfänger und eine secundäre Leitung des Gebers dagegen ein und schliesst gleichzeitig die primäre Localstromleitung des Gebers, während eine Bewegung des Hebels nach der entgegengesetzten Richtung den Empfänger und die secundäre Leitung des Gebers ausschaltet und die Signalstromleitung wieder schliesst. (1884 No. 47.)

Neuerung an Drillbohrern. Von H. Arnz in Reinshagen-Remscheid. No. 27538. v. 8. Nov. 1883.

Der Drillbohrer besteht aus einem auseinander schraubbaren Brustknopf, einem auf der Treibspindel verschiebbaren Stellring und einer durch eine Stellplatte am Schieber gebildeten Gewindeführung. — Etwas Neues oder Eigenthümliches vermögen wir daran nicht zu erkennen. (1884 No. 48.)

Gewindeschneidkluppe. Von Pitschel & Steudner in Gera, Reuss j. L. No. 27845 vom 9. December 1883.

Der Obertheil des Backengehäuses ist mit dem Untertheil durch einen Bajonnetverschluss verbunden, welcher Auswechseln der Backen ohne völlige Oeffnung des Gehäuses gestattet. (1884 No. 48.)

Neuerung im directen Druckverfahren zum Aetzen oder zur Erzielung festhaftender metallischer Niederschläge. Von E. Nienstädt in Berlin. No. 29425 vom 21. Mai 1884. (Zusatz-Patent zu No. 20221 vom 23. Mai 1882.)

Als Ersatz für die im Patent-Anspruch des Haupt-Patentes angegebenen hygroskopischen Salze werden Silbersalze in Mischung mit einer hygroskopischen Flüssigkeit (Glycerin, Zuckerlösung) zur Herstellung fest haftender Niederschläge auf organischen Substanzen, wie Elfenbein, Knochen, Horn, Perlmutter, Celluloid u. dgl. angewendet. (1884 No. 50.)

Mikrophon. Von D. Drawbaugh in Eberly's Mills, V. St. A. No. 28334 vom 5. Sept. 1883.

Das Gehäuse des Mikrophons enthält zwei Diaphragmen oder Membranen, deren jede auf metallischem Träger ein abgeschrägtes Stück Kohle trägt. Zwischen beiden Kohlenstücken ruht ein durch einen Arm am Herabfallen verhinderter Kohlencylinder. Die Verbindungen dieser drei Kohlencontactstücke mit der primären und secundären Windung einer Inductionsspule, sowie mit der Leitung und dem Empfangstelephon sind die üblichen. Um das Gehäuse ist noch ein Schallreflector angeordnet. (1884 No. 52.)

Feldmessinstrument. Von A. Costiesco in Jassy, Rumänien. No. 29359 vom 6. März 1884.

Das Instrument hat umlegbare Doppeldiopter auf zwei mittels Zahnrad und Trieb drehbaren Alhidaden zum Zweck des directen Ablesens der Winkel und ist auf einer mit Kugelgelenkknopf versehene Hülse montirt, welche behufs Messung von Winkeln in jeder beliebigen Ebene, sowohl vertical als horizontal auf das Stativ aufgesteckt werden kann.

Elektrische Zählmaschine für Papiergeld. Von G. Rudolphy in Reval. No. 29594 v. 1. Jan. 84.

Die Zählmaschine beruht auf den Wirkungen der Reibungs-Elektricität. Ein discontinuirlich sich drehender, durch Reibung auf Pelzscheiben elektrisch werdender Gummireifen zieht die Geldscheine einzeln von dem angeschichteten Haufen ab und setzt gleichzeitig bei seiner Rotation ein Zählwerk in Bewegung. Vergrösserungsgläser ermöglichen beim Stillstand des Gummireifens die Prüfung der Geldscheine auf ihre Echtheit. (1884 No. 52.)

Für die Werkstatt.

Galvanische Verplatinirung. Metallarbeiter 1884. Nr. 29. Hannoversches Gewerbeblatt 1884. S. 356.

Von den verschiedenen, in Vorschlag gebrachten Platinbädern wird das von Böttcher angegebene für das geeignetste gehalten. Dasselbe wird durch Lösen von Platinsalmiak in einer Lösung von citronensaurem Ammoniak gewonnen. Zum guten Wirken des Bades sind folgende Bedingungen nöthig. Der Metallgehalt darf nicht unter 3 g im Liter des Bades herabgehen; die Temperatur des letzteren muss während des Platinirens auf mindestens 85° C constant erhalten werden und es muss ein kräftiger, stark gespannter Strom, wie ihn vier mittelgrosse Bunsen'sche Elemente liefern, die hinter einander auf Spannung geschaltet sind, zur Verwendung kommen. Der galvanische Platinniederschlag ist von etwas dunklerer Farbe als das Platinblech; er lässt sich mit dem Polirstahle dichten und nimmt hierbei einen helleren, hohen Glanz an. *Wr.*

Schmiermittel für Glashähne. Zeitschr. f. analyt. Chemie. *23.* S. 516.

Dr. Schondorff und S. Schmitz empfehlen zum Einschmieren von Glashähnen eine Auflösung von Guttapercha in einem schwer siedenden Mineralöl, welche selbst von concentrirter Schwefelsäure kaum angegriffen wird. *Wgsch.*

Braune Färbung für Eisen und Stahl. Allg. Journ. d. Uhrmacherkunst. *9.* S. 21.

In 4 Theilen Wasser löse man krystallisirtes Chloreisen, 2 Theile Chlorantimon und 1 Theil Gallussäure. Diese Mischung wird mit einem Schwamm oder Tuchlappen auf den zu färbenden Gegenstand aufgetragen. Nach dem Trocknen kann man den Anstrich so oft wiederholen bis man die gewünschte Tiefe der Farbe erreicht hat. Hierauf wäscht man den Gegenstand mit Wasser und reibt denselben nach dem Trockenwerden mit gekochtem Leinöl ab. Das Metall erhält auf solche Weise eine braune Färbung und widersteht der Feuchtigkeit. *Wr.*

Härten von Stahl. Revue chronométrique. *30.* S. 180.

Das von Gabriel angegebene Mittel besteht darin, dass man in einem irdenen oder metallenen Schmelztiegel Cyankalium schmilzt und die zu härtenden Stahlstücke in die glühende Flüssigkeit taucht, wobei sie selbst glühend werden. Hierauf härtet man dieselben in Wasser. Als Resultat dieses Verfahrens erhält man einmal eine bedeutende Härte. Wenn ferner das zu härtende Stück schon fertig bearbeitet und gut polirt ist, so wird die Politur durch den Härteprocess nicht alterirt. Wenn der zu härtende Stahl vorsichtig durch gutes Ausglühen hergestellt ist und darauf durch Feile oder Hammer nicht weiter bearbeitet ist, so wird das so façonirte Stahlstück nach dem Härten in Wasser vollständig correct sich zeigen. In diesem Bade werden alle Theile in gleicher Zeit gleichförmig erwärmt und erleiden so keinerlei Formveränderungen. *Wr.*

Rost-Schutz. Techniker. *7.* S. 8.

Um blanke Instrumententheile rostfrei zu halten, löst man weisses oder gelbes Bienenwachs mit einer solchen Menge Terpentin, dass eine ziemlich steife Masse entsteht, mit welcher die blanken Theile eingerieben werden. Dieser Ueberzug ist nach geraumer Zeit weder fühlbar noch riechbar und die Masse dringt derartig in die Poren des Metalls ein, dass dasselbe während einer langen Zeit gegen Rost geschützt ist. *Wr.*

Das Reinigen alter Feilen. Techniker. *7.* S. 8.

Alte Feilen werden gereinigt, indem man dieselben in starkem Sodawasser kocht und die Zähne mit Oel reinigt. Hierauf taucht man dieselben mehrere Minuten in ein Bad aus 1 Theil Salpetersäure und 6 Theile Wasser. Die Zeitdauer des Eintauchens ist durch praktische Versuche festzustellen. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. **Leman** und Dr. A. **Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **März 1885.** Drittes Heft.

Refractions-Ophthalmoskop mit variablem Intervalle zwischen je zwei Correctionsgläsern.

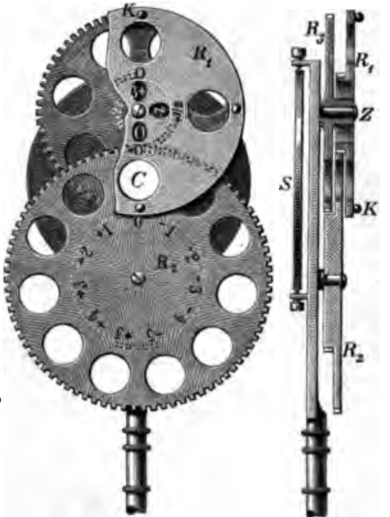
Von

Dr. **E. Berger**, Docent an der Universität in Graz.

In No. 51 des Jahrganges 1883 der *Wiener Med. Wochenschrift* habe ich ein Refractions-Ophthalmoskop beschrieben, mit welchem man durch Addition und Subtraction von auf zwei Rekoss'schen Scheiben angebrachten Correctionsgläsern, von 0 ausgehend Gläser von $\pm 1\,D$ bis $\pm 31\,D$ in Intervallen von $\pm 1\,D$ in fortlaufender Reihenfolge und ohne die Untersuchung unterbrechen zu müssen, erhalten kann.

In folgender Einrichtung ist der Versuch gemacht, das Intervall zwischen je zwei Correctionsgläsern an jeder beliebigen Stelle aus einem von $1\,D$ in ein solches von $^1/_2\,D$ umzuwandeln. Dem praktischen Bedürfnisse entsprechen bei den schwachen Correctionsgläsern Abstände von $^1/_2\,D$, bei den stärkeren Abstände von 1 bis $2\,D$.

Das vorliegende Instrument enthält drei Scheiben mit Correctionsgläsern. Die neu hinzugekommene, in der Figur vorderste Scheibe R_1 enthält an solchen: 0, $+\,^1/_2\,D$, 0, $+\,^1/_2\,D$, die unmittelbar darunter liegende R_2: $-5\,D$, $-4\,D \ldots 0 \ldots +4\,D$, $+5\,D$. R_2 ist an ihrem ganzen Umfange mit einer Verzahnung versehen, während auf der Rückseite von R_1 ein Zahnrad befestigt ist, bei welchem aber in zwei gegenüberliegenden Quadranten die Zähne hinweggenommen sind. Stehen, wie in der Figur, beide Scheiben, zugleich mit der noch zu besprechenden dritten Scheibe R_3 so, dass die Gläser 0 mit dem Centrum C des Spiegels S coincidiren, so sieht das Auge des Beobachters frei durch letzteren hindurch; wird aber dann R_1 mit Hilfe eines der vier Knöpfchen K um 90° gedreht und zwar im entgegengesetzten Sinne der Uhr, so bleiben dabei R_2 und R_3 in Ruhe und es tritt vor die beiden übrigen Correctionsgläser 0 das Glas $+\,^1/_2\,D$ der Scheibe R_1. Bei weiterer Drehung im gleichen Sinne greift der Zahnbogen von R_1 in die Verzahnung von R_2 ein und befördert, nachdem R_1 abermals um einen Quadranten gedreht ist, das Glas $+\,1\,D$ der Scheibe R_2 vor die Oeffnung C. Gleichzeitig tritt dann aber das zweite Glas 0 von R_1 vor C; es ist also die Reihenfolge der drei Gläser 0, $+\,1\,D$, 0. Wird R_1 auf's Neue um 90° gedreht, so bleiben R_2 und R_3 wieder in Ruhe, weil der entsprechende Sector von R_1 keine Zähne besitzt und es entsteht die Combination $+\,^1/_2\,D$, $+\,1\,D$, $0 = +\,1^1/_2\,D$. In gleicher Weise R_1 quadrantenweise weiter nach links drehend erhält man, wie ein Blick auf die Figur lehrt, Combinationen im Werthe von $+\,2\,D$, $+\,2^1/_2\,D \;.\;.\;.\;.\; +5^1/_2\,D$.



Bei noch einem Schritt weiter würde aber, weil in R_2 auf $+5\,D$ unmittelbar $-5\,D$ folgt, die bisherige arithmetische Reihenfolge eine Unterbrechung erfahren und von $+5^1/_2\,D$ auf $-5\,D$ springen, darauf würde $-4^1/_2\,D$, $-4\,D$ u. s. w. folgen. Um diese Discontinuität zu beseitigen und die vorige ansteigende Reihe weiter fortzusetzen, dient die dritte Scheibe R_3. Dieselbe sitzt mit R_1 auf gemeinschaftlicher Axe, ist aber unabhängig davon drehbar und tritt mit ihrem Rande ein wenig hinter R_1 zurück. Sie enthält die Corrrectionsgläser $-33\,D$, $-22\,D \ldots +33\,D$. Während nun durch Drehen von R_1 die Scheibe R_2 von $+5\,D$ auf $-5\,D$ geschaltet wird, dreht diese durch eine ganz analoge Einrichtung R_3 von 0 auf $+11\,D$, so dass also der Gesammtwerth $+6\,D$ entsteht. R_2 besitzt auf ihrer Rückseite ein Zahnrad, von welchem alle Zähne bis auf diejenigen weggenommen sind, welche dem Sector $+5\,D$ bis $-5\,D$ angehören. Dieser Zahnsector greift im entsprechenden Zeitpunkte in den ganz verzahnten Rand von R_3 ein und bewirkt bei jedem vollen Umgange von R_2 eine Weiterschaltung von R_3 um $^1/_7$ ihres Umfanges. Nachdem die Schaltung bewirkt ist, tritt der Sector aus der Verzahnung von R_3 aus und diese bleibt wieder in Ruhe, bis R_2 einen neuen Umgang gemacht hat. Der successive Verlauf der Combinationen in dem besprochenen Drehungssinne (links herum) wird durch folgende Tabelle veranschaulicht.

R_1	R_2	R_3	Summe
0	0	0	0
$+^1/_2$	0	0	$+^1/_2$
0	+1	0	+1
$+^1/_2$	+1	0	$+1^1/_2$
0	+2	0	+2
⋮	⋮	⋮	⋮
$+^1/_2$	+4	0	$+4^1/_2$
0	+5	0	+5
$+^1/_2$	+5	0	$+5^1/_2$
0	−5	+11	+6
$+^1/_2$	−5	+11	$+6^1/_2$
0	−4	+11	+7
⋮	⋮	⋮	⋮
$+^1/_2$	−2	+11	$+9^1/_2$
0	−1	+11	+10
$+^1/_2$	−1	+11	$+10^1/_2$
0	0	+11	+11

R_1	R_2	R_3	Summe
0	0	+11	+11
$+^1/_2$	0	+11	$+11^1/_2$
0	+1	+11	+12
⋮	⋮	⋮	⋮
0	+5	+11	+16
$^1/_2$	+5	+11	$+16^1/_2$
0	−5	+22	+17
⋮	⋮	⋮	⋮
0	0	+22	+22
⋮	⋮	⋮	⋮
$+^1/_2$	+5	+22	$+27^1/_2$
0	−5	+33	+28
⋮	⋮	⋮	⋮
$+^1/_2$	+5	+33	$+38^1/_2$

In ganz analoger Weise erhält man bei Rechtsdrehung von R_1, wieder von Null ausgehend, alle Combinationen von 0 bis $-38^1/_2\,D$. Dabei braucht man, falls man die Vierteldrehungen von R_1 zählt, um in jedem Augenblicke den Werth der Combination zu kennen, seine Aufmerksamkeit nicht auf die anderen Scheiben zu richten. Um indess einerseits vor Irrthümern geschützt zu sein, andererseits auch bestimmte Combinationen ohne lästiges Zählen einstellen zu können, sind die einzelnen Gläser auf den Scheiben beziffert und R_1 mit vier Schauöffnungen versehen, durch welche hindurch man die Ziffern der Scheibe R_3 ablesen kann. Man erhält so den Werth der Combination durch

einfache Addition der drei zusammenstehenden Zahlen der drei Scheiben mit Rücksicht auf das Vorzeichen. Es ist leicht einzusehen, dass jede beliebige Einstellung sich direct ausführen lässt; R_3 ist, solange nur der Zahnsector von R_2 nicht in Eingriff steht, unabhängig von R_2 drehbar und dieses wieder im gleichen Falle unabhängig von R_1. Auch kann, nachdem man die Untersuchung mit den schwächeren Dioptrien, für welche das Fortschreiten von $^1/_2\,D$ zu $^1/_2\,D$, wie Eingangs erwähnt, hauptsächlich erwünscht ist, beendet hat, nach Lösen der Schraube Z die Scheibe R_1 ganz entfernt und R_2 für sich weiter gedreht werden, wobei das Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Combinationen gleich 1 D wird.

Die weite Ausdehnung bis zu $\pm 38^1/_2$ Dioptrien mag damit begründet werden, dass im hochgradig hypermetropischen Auge Messungen des Abstandes im Glaskörper befindlicher ophthalmoskopisch erkennbarer Gegenstände von der Netzhaut vorgenommen werden können.

Die Anzahl der in den Rekoss'schen Scheiben angebrachten Gläser beträgt, da die vier vom Werthe Null ganz wegfallen, 18. Die Anzahl der Combinationen 152.

In gleicher Weise könnte man ein Refractions-Ophthalmoskop darstellen, bei welchem die Intervalle zwischen zwei Correctionsgläsern entweder $\pm 1\,D$ oder $\pm 2\,D$ ausmachen. Die Scheibe R_1 hätte dann die Gläser 0, $+1\,D$, 0, $+1\,D$, Scheibe R_2: $+8\,D$, $+6\,D$ .... $-6\,D$, $-8\,D$ und endlich R_3: $+36\,D$, $+18\,D$, 0, $-18\,D$, $-36\,D$ zu enthalten.

In grösserem Maassstabe ausgeführt kann die beschriebene Combination Rekoss-scher Scheiben einen Brillenkasten ersetzen.

Ueber künstliche Horizonte.

Von

Prof. **Eugen Gelcich** in Lussinpiccolo.

(Schluss.)

Eine störende Erscheinung, die bei den Glashorizonten mitunter beobachtet wird, ist das Zustandekommen mehrfacher Bilder. Eine beiderseitig polirte Glasplatte liefert von Objecten in endlicher Entfernung bekanntlich immer ein doppeltes Bild, von denen das eine, intensivere, von der oberen Fläche, das andere, etwas schwächere, von der untern Fläche unter zweimaliger Brechung der Lichtstrahlen beim Durchgange durch die obere Fläche, erzeugt wird. Der Winkel, unter dem der scheinbare Abstand beider Bilder gesehen wird, ist ausser vom Brechungsindex des Glases abhängig von der Dicke der Platte und der Entfernung des Objectes. Er verschwindet für unendliche Grösse der letzteren, d. h. das Glas liefert von Gestirnen nur einfache Bilder, allerdings nur in dem Falle, wenn es vollkommen planparallel ist. Zuweilen wird aber von terrestrischen Gegenständen noch ein drittes sehr lichtschwaches Bild wahrgenommen, welches davon herrührt, dass die von der hinteren Fläche reflectirten Lichtstrahlen beim Durchgange durch die obere Fläche wieder zum Theil auf die untere und von dieser zum zweiten Male reflectirt werden.

Um sich auf alle Fälle von dem Erscheinen solcher Bilder zu befreien, wendet man farbige Gläser an; es wird dann das nach der hinteren Fläche hin gebrochene oder von da etwa noch zurückgeworfene Licht durch Absorption verloren gehen. Die Platte muss auch wirklich und durchaus an jeder Stelle ein ebener Spiegel sein. Bildet dieselbe an einer Stelle ein Stück eines sphärischen Hohl- oder Convexspiegels, so erscheint nach optischen Gesetzen der scheinbare Durchmesser des Sonnenbildes geändert und hierdurch die Genauigkeit der Beobachtung beeinträchtigt. Ferner werden dann einzelne Stellen horizontal, andere aber unter einem Winkel gegen den Horizont stehen.

differenzen aus vielen anderen störenden Einflüssen, die ebenso gut in der Beschaffenheit des Reflexionsinstrumentes u. s. w. liegen, kaum zu erkennen sind.

Eher wäre wohl die Frage berechtigt, ob diese Neigung des Horizonts nicht auch mit der Anziehung der Himmelskörper in Zusammenhang steht. Wenn Perrot wirklich im Stande war, $\frac{1}{10\,000\,000}$ in der Variation der Erdschwere nachzuweisen,[1]) so müsste sich leicht constatiren lassen, ob die Anziehung des Mondes und der Sonne eine Niveaustörung verursachen kann. Peters[2]) hat rechnerisch die theoretische Möglichkeit erörtert, durch das Medium der Wasserwaagen die feinsten Unterschiede in der Anziehung der Himmelskörper zur Wahrnehmung zu bringen. Lassen sich solche Schlussfolgerungen auch praktisch nachweisen, so ist die Erklärung für die Niveaudifferenz des natürlichen Horizontes einleuchtend. Solche Niveauverschiedenheiten müssten dann bei den specifisch leichteren Materien auffallender sein. Wir wagen aber nicht, auf diesen Gegenstand weiter einzugehen, da wir uns bisher mit demselben nicht näher beschäftigt haben; wir konnten ihn aber doch hier nicht ganz unberücksichtigt lassen. Endlich wäre bei Flüssigkeits- und auch bei Glashorizonten — welch' letztere ja mit der Libelle horizontal gestellt werden — auf die Anziehung von Gebirgsmassen Rücksicht zu nehmen.

Zu den verwendeten Materialien zurückkehrend, wollen wir noch das Verwundern Magnaghi's erwähnen, der nicht begreifen kann, warum man das Wasser so ganz aus dem Spiel liess.[3]) Verwendet man ein schwarzgefärbtes und niedriges Gefäss (nicht zu tief, da die undulatorischen Bewegungen um so heftiger werden, je grösser die Tiefe ist), so hat man in der That eine für Sonnenbeobachtungen vorzüglich spiegelnde und ruhige Oberfläche. Ist aber der Himmel leicht umwölkt oder will man den Horizont für Sternbeobachtungen benutzen, so reflectirt das Wasser die Bilder zu schwach.

Die Horizonte mit schwimmenden Platten stehen dem natürlichen Horizont bei Weitem nach. Sind die Flächen der Platten nicht genau parallel, so ist der Einfallswinkel nicht gleich dem Reflexionswinkel in Bezug auf die Verticale. In diesem Falle senkt sich auch das Planglas wegen der ungleichen Dicke ungleich tief in das Quecksilber ein und die obere Fläche ist nicht mehr horizontal. Einen gleichen Fehler verursacht eine unvollständige Homogenität des Glases. Schliesslich können beim Auflegen der Platte zwischen dieser und dem Quecksilber kleine Luftblasen bleiben, die das Glas auf der Seite, auf welcher sich diese befinden, erheben.[4])

Für das Auflegen des Glases auf das Quecksilber geben Albrecht und Vierow folgende Regeln an:[5])

1. Nachdem das Planglas und das Quecksilber in dem Gefässe gehörig gereinigt sind, lege man auf letzteres ein Blatt feines Postpapier, auf dieses das Planglas, drücke dasselbe mit der einen Hand gelinde und gleichmässig auf das Quecksilber und ziehe mit der anderen Hand das Papier langsam weg.

---

[1]) Günther. Physikalische Hypothesen. Humboldt. Bd. II. Heft 9 mit Bezug auf Perrot's „Appareils destinées à rendre manifestes etc. Comptes Rendus 54. S. 728. — [2]) A. a. O. mit Bezug auf Peters „Von den kleinen Ablenkungen der Lothleine und des Niveaus u. s. w.“ Bull. de la classe physico-mathem. de l'academie impér. des sciences de St. Petersbourg. III. S. 212. — [3]) Magnaghi a. a. O. S. 263. — [4]) Bei Zeitbestimmungen mit einer solchen Platte fand ich während der Abfassung dieser Arbeit ganz enorme Differenzen, wovon ich zwei Beispiele anführen will. Bei einer Sonnenhöhe von 30°, Declination von 18° und Breite von 44° 32′ einen Fehler von $4^1/_2$ Zeitsecunden. Später bei 23° Declination und 40° Höhe in derselben Breite einen Fehler von über 10 Secunden. — [5]) Albrecht und Vierow. Lehrbuch der Navigation und ihrer Hilfswissenschaften. Berlin 1854. S. 279.

2. Vortheilhaft ist es, wenn in den Boden des Gefässes eine Röhre mündet, durch welche man das Quecksilber von dem oberen Seitenrande aus in das Gefäss giessen kann (Fig. 2). Nachdem das Planglas gehörig gereinigt ist, legt man es in das Gefäss auf dessen Boden $c\,d$ und giesst das Quecksilber durch einen Papiertrichter bei b in die Röhre ab; dieses breitet sich dann bei a unter dem Glase über den Boden des Gefässes aus und bildet so einen schönen Spiegel.



Fig. 2.

Man darf aber nicht glauben, dass die Platte das Glasdach bei windigem Wetter ersetzt. Die Oberfläche der Flüssigkeit ist nämlich bei Weitem nicht ruhig; die Platte schwingt durch die kaum merkliche Wellenbewegung des Quecksilbers und wenn man die Berührung der Bilder auszuführen beabsichtigt, so bemerkt man, wie sich z. B. die Sonnenränder abwechselnd einschneiden und von einander entfernen. Unter solchen Umständen ist die Ausführung der Beobachtung ganz unmöglich und man ist gezwungen, zum Glasdach zu greifen.

Es wird hier vielleicht Einiges über die nöthigen Vorsichtsmassregeln bei Höhenmessungen mit dem künstlichen Horizont am Platze sein. Zunächst kann ein Fehler bei solchen Beobachtungen dadurch entstehen, dass das Auge sich nicht in A sondern in C (Fig. 3) befindet. Tinter[1]) nennt diesen Fehler die Höhenparallaxe; da man aber in der Astronomie unter Höhenparallaxe bekanntlich eine andere Correction versteht, so möchten wir diesen Fehler lieber als Standparallaxe bezeichnen. Aus Fig. 3 sieht man, dass die Standparallaxe durch den Winkel CSA gegeben ist, denn man hat: beobachtete Höhe $= SCS'$, wirkliche Höhe $= SAS'$ und

$$SAS' = SCA + CSA.$$

Aus $\Delta\, CAS$ ist:

$$\sin CSA = \frac{d}{D} \sin SCS'$$

Fig. 3.

oder mit Rücksicht auf die Kleinheit von ASC:

$$\angle\, SAS' = \angle\, SCS' + \frac{d}{D \sin 1''} \sin SCS'.$$

Für Gestirne ist d gegen D unendlich klein, daher der Parallaxenfehler gleich Null. Beobachtet man aber die Höhe irdischer Gegenstände, so hat diese Correction schon eine Bedeutung.

Viele pflegen den Indexfehler des Reflexionsinstrumentes durch directe Sonnenbeobachtungen zu ermitteln. Dieser Vorgang veranlasst Unrichtigkeiten in der Höhencorrection bei Beobachtungen über dem künstlichen Horizont, indem der Indexfehler möglichst bei jener Lage des Instrumentes bestimmt werden sollte, in welcher letzteres bei der Beobachtung gehalten wird. Beabsichtigt man mehrere Höhen zu nehmen, die dann gemittelt werden, so ist es gut, nach Beobachtung der ersten Hälfte die vordere Dachwand gegen rückwärts zu stellen. Besonders aber ist den Beobachtern anzuempfehlen, immer eine gleiche Anzahl Höhen beider Ränder zu nehmen; die gemittelte und halbirte Höhe giebt dann die verlässlichste Höhe des Centrums. Es ist nämlich eine Sache der Erfahrung, dass wegen der geringen Objectivöffnung der Sextantenfernröhre der Halbmesser der mit dem Instrument gesehenen Bilder nie in seiner wirklichen Grösse beobachtet wird.

---

[1]) Dr. Wilh. Tinter. Vorträge über geodät. und astron. Instrumente. Lithographirt. Wien 1871. S. 181.

Bei der Beobachtung correspondirender Sonnenhöhen wird man aus bekannten Gründen immer die gleiche Seite des Glasdaches gegen die Sonne wenden. Deshalb ist es gut, eine der beiden Dachflächen zu bezeichnen. Wendet man schwimmende Platten an, so hat man ebenfalls darauf zu sehen, dass derselbe Radius bei allen Beobachtungen gegen die Sonne gekehrt bleibe. Paugger hat zu diesem Zwecke die Glasplatte seines Horizontes mit einer Peripherietheilung versehen. Was den Vorgang bei der Beobachtung anbelangt, so denken wir, dass in diesem Falle die Höhen nur eines Randes zu nehmen wären. Die Ansichten hierüber sind verschieden und es ist hier nicht der Ort, näher darauf einzugehen. Durch Vergleiche mit den Resultaten eines Durchgangsinstrumentes fanden wir uns zur definitiven Annahme der ersteren Methode veranlasst.

Aus dem bisher Gesagten werden sich unsere Leser die Ueberzeugung verschafft haben, dass man eigentlich noch nicht über einen guten unter allen Bedingungen brauchbaren Horizont verfügt. Dies gilt in erhöhtem Maasse für den Seegebrauch. Vorzüglich fühlen die Seeleute diesen Mangel, wenn es sich um die Ausführung von Nachtbeobachtungen handelt. Es haben daher verschiedene Fachmänner daran gedacht, die Nautiker nach dieser Hinsicht zu befriedigen und es entstanden dadurch eigenthümliche Instrumente, deren Besprechung hier folgen soll.

Wir haben früher gesehen, welcher einfachen Mittel man sich durch Anwendung von Pendel und Libelle zu bedienen gedachte, doch scheiterten die einschlägigen Versuche zumeist an der Unvollkommenheit der Instrumente und an ihrer für den Seegebrauch unpraktischen Einrichtung. Nur der Eble'sche Sextant hat sich für den Seegebrauch bewährt und auch ziemlich stark verbreitet. Durch die Fortschritte der Technik ist man aber jetzt wohl zur Hoffnung berechtigt, auch diese Frage bald einer endlichen und glücklichen Lösung zugeführt zu sehen.

Von den Apparaten, welche in den letzten Decennien zum Vorschein kamen, ist das älteste und bekannteste der sogenannte Pendel-Horizont von A. R. Becher.[1])

Das Instrument ist seinem Princip nach vollkommen identisch mit dem im vorigen Jahrgange dies. Zeitschr. S. 163 beschriebenen Nivellirinstrument von Olaf Römer und nur in der technischen Ausführung etwas vollkommener. LZ (Fig. 4b) ist ein Pendel, dessen Aufhängepunkt L genau in der Axe eines metallenen Rohres liegt und durch eine Oeffnung in der Wand des letzteren hindurchgeht. Es ruht mittels Achatbütchen auf einer Nadel, die auf einer in der Wand des Rohres befestigten Brücke α festgeschraubt ist und trägt seitlich den Arm A, welcher an seinem Ende in eine Verbreiterung H ausläuft. Diese ist in eine horizontale Schneide zugeschärft und in der Mitte mit einem V-förmigen Ausschnitt versehen (Fig. 4a). Die Führung M hat den Zweck, diese Schneide, den sogenannten Horizontalindex, an seitlichen Abweichungen zu verhindern. Dicht vor der Schneide ist eine verticale Glasscheibe S eingesetzt, auf welcher ein horizontaler Querstrich hh, der Horizont, eingerissen ist. Ein Auszug vor der Scheibe S trägt eine Convexlinse C, deren Brennpunkt in den Zwischenraum zwischen H und S fällt. Das andere Ende des Rohres ist mit einer planparallelen Glasplatte verschlossen. Beim Gebrauche wird das Instrument am Sextanten hinter dem festen

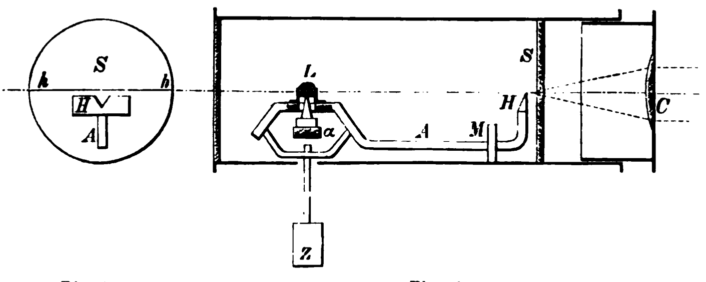


Fig. 4a. Fig. 4b.

[1]) Description of an artificial Horizon by A. R. Becher. London.

Spiegel so angeschraubt, dass seine Axe mit der des Fernrohres zusammenfällt und somit sowohl der Strich *h h* als auch die Schneide *H* im Gesichtsfelde des letzteren scharf erscheinen. Steht dann erstens die Ebene des Sextanten vertical, so muss *H* parallel mit *h h* sein, vorausgesetzt, dass eine im Punkte *L* parallel mit *H* gedachte Gerade senkrecht auf *L Z* steht. Wird dann zweitens der Sextant in seiner Ebene solange gedreht, bis die Schneide *H* mit dem Strich *h h* zusammenfällt, was mittels des V-förmigen Ausschnittes sicher beurtheilt werden kann, so ist die Absehenslinie des Fernrohres horizontal, wieder unter der Voraussetzung, dass *H L* genau senkrecht zu *L Z* ist. Es ist dann der Contact des Gestirnes, dessen Höhe gemessen werden soll, mit dem Strich *h h*, der dann den Horizont darstellt, zu beobachten, wobei der V-förmige Ausschnitt, der die Mitte des Striches *h h* unbedeckt lässt, von grossem Vortheil ist. Bei Nacht kann das Instrument durch eine Lampe erleuchtet werden.

Es ist leicht einzusehen, dass die Beobachtung schwierig wird, falls das Loth nicht völlig ruhig bleibt; der Erfinder schlug deshalb vor, ausser dem Eintauchen des Pendelgewichtes in ein Gefäss mit Oel, den Sextanten bei der Beobachtung an einen verticalen Ständer wie an ein Stativ anzulehnen.

Der constante Fehler, der dadurch entsteht, dass der Winkel *Z L H* nicht genau gleich 90° ist, kann leicht ein für allemal bestimmt werden, indem man die bekannte Höhe eines irdischen Gegenstandes mit diesem Horizont abmisst. Der Unterschied der Messung und des wirklichen Betrages giebt eine Correction, die später an jede gemessene Höhe mit dem ermittelten Zeichen anzubringen sein wird.

Bessere Erfolge verspricht man sich von der Libelle. Der französische Seeoffizier Fleuriais[1]) berichtet, dass Richard eine solche über dem Fernrohr des Reflexionsinstrumentes, parallel zur Axe desselben aufgestellt hatte: ein Spiegel reflectirte das Bild der Libellenblase gegen das Ocular, welches nur aus einer halben Linse bestand. Das Auge konnte demnach gleichzeitig den Horizontalfaden des Netzes, das Bild des Sternes und jenes der Blase wahrnehmen. Sobald die optische Axe des Fernrohres horizontal lag, erschien das Bild der Blase durch den Faden halbirt; war in diesem Augenblick der Stern ebenfalls eingestellt, so las man am Limbus den Höhenwinkel ab. Auf der Pariser Ausstellung vom Jahre 1867 befand sich ein ähnliches Instrument, von Davidson ausgestellt. Davidson widmete es dem speciellen Zwecke der Beobachtung in den Nebelregionen des Golfstromes.[2]) Da wir die Zeiten dieser beiden Erfindungen nicht ermitteln konnten, so sind wir auch nicht in der Lage anzugeben, welcher derselben die Priorität gebührt, jedenfalls aber war die Idee solcher Libellenapparate durchaus nicht mehr neu. Die Nachtheile dieser Apparate bestehen hauptsächlich in der schwierigen Handhabung derselben, ausserdem aber auch darin, dass es nicht möglich ist, zu beurtheilen, ob die Höhe genau im Vertical des Gestirnes gemessen wurde. Durch die Abhandlung von Fleuriais angeregt, proponirte ein Anonymus[3]) folgende Modification der Sextanten-Einrichtung, die ebenfalls den künstlichen Horizont ersetzen sollte. Zwei communicirende Glasröhren, theilweise mit Quecksilber gefüllt und luftdicht verschlossen, werden parallel zur Ebene des Sextanten an diesem derart angebracht, dass der eine Schenkel ausserhalb des festen Spiegels vor dem unbelegten Theil desselben zu stehen kommt, der zweite jedoch derart an der Rückseite des Instrumenten-

[1]) Revue marit. et colon. Paris 1874. Mai-Heft. — [2]) Bericht der Marine-Commission über die Pariser-Ausstellung. — [3]) Mitth. aus dem Geb. des Seewesens. Pola 1875. Heft V und VI. S. 254. Der Anonymus war unseres Wissens ein ehemaliger Seeofficier Franz Witti, welcher gelegentlich einer wissenschaftlichen Expedition auf Borneo im Jahre 1882 von den dortigen Eingeborenen erschlagen wurde. Witti befand sich in Diensten der indisch-holländischen geographischen Gesellschaft.

[illegible] befestigt ist, dass die durch die beiden Rohraxen gedachte Ebene diejenige des Sextanten unter einem möglichst kleinen Winkel schneidet. Am Vortheilhaftesten würde es natürlich sein, wenn beide Ebenen parallel wären; dies ist aber nicht ausführbar, weil dann der andere Schenkel des Glasrohres zwischen Fernrohr und den belegten Theil des kleinen Spiegels zu liegen kommen und daher diesen bedecken würden. In dem ersteren Schenkel befindet sich eine 3 mm dicke Elfenbeinscheibe als Schwimmer. Es wird dann man eine einzige Stellung geben, bei welcher die Axe des Fernrohres mit der oberen Fläche des Schwimmers abschneidet. Die Menge des Quecksilbers ist daher so bemessen, dass diese Stellung eintritt, wenn das Fernrohr genau horizontal gehalten wird. Ein Schwimmer war wegen der Capillarität geboten. Elfenbein will der Erfinder anwenden, weil sich dieses auch in einer dunklen Nacht abhebt und vom Quecksilber nicht angegriffen wird. Wenn man endlich das Caliber der Röhre so stark hält, dass der transparente Theil des kleinen Spiegels der Breite nach bedeckt ist, so wird der Einfluss von Temperaturdifferenzen nur gering sein; überdies ist nach der Meinung des Autors für beträchtliche Abweichungen von der Füllungswärme eine Correction leicht zu ermitteln.

Abgesehen davon, dass die Bestimmung der Temperaturcorrection doch nicht so einfach ausfällt, da ihr Betrag, mit Rücksicht auf die häufigen Breitenänderungen eines Schiffes, nicht unbeträchtlich wird und daher mit ziemlichem Zeitaufwand genau ausgeführt werden müsste, leidet diese Erfindung an denselben Mängeln wie jene Richard's. Freilich hat die Anwendung des Quecksilbers einer Libelle gegenüber gewisse Vorzüge, namentlich den der grösseren Solidität der Construction; dies scheint jedoch der französische Contre-Admiral Lejeune nicht genügend erwogen zu haben, als er zur Libelle zurückkehrte. Lejeune[1]) gesteht zwar vor Mittheilung seiner Erfindung, dass die Bewegungen des Schiffes dem Libellenprincipe entgegenstehen; indem er jedoch sein Instrument nur für Beobachtungen bei Nebelwetter zur Anwendung vorschlägt, glaubt er, dass die seltene Gleichzeitigkeit von Nebel und unruhigem Wetter jenes Bedenken zum Theil wieder beseitigt.

Fig. 5 stellt den Durchschnitt des im Sextanten eingeschraubten Fernrohres dar. Der Rohrtheil *A* enthält das Objectiv und ist an dem äusseren Ringe *e* mit Schraubengewinde, entsprechend dem Fernrohrhalter des Sextanten versehen. Das Mittelstück *B* trägt die Libelle sammt Zubehör. *C* ist das Ocular. Das Mittelstück hat die Form eines Parallelepipeds, auf dessen oberer Fläche die Libelle befestigt ist. Letztere besteht aus zwei hohlgeschliffenen Gläsern, die in einen kurzen Cylinder eingelassen sind und deren Zwischenraum mit Alkohol ausgefüllt ist, wobei eine Luftblase *z* stets den höchsten Punkt einzunehmen sucht. Ein metallener Planspiegel *MM*, der zur Fernrohraxe unter 45° geneigt ist und nur das halbe Querfeld einnimmt, lässt das Bild der Blase *z* vom Ocular aus gesehen in *w*, dem Focus des Objectivs, erscheinen. Eine transparente Blende deckt die Libellenbüchse, um fremdartige Reflexe abzuhalten. Oberhalb des Glases *u u* ist ein Fadenkreuz angebracht, welches sich mit der Blase gleichzeitig spiegelt. Beim Gebrauche muss man sehen, dass der Faden das Blasenbild halbire und man ist dann sicher, dass *t t'* vertical und die Axe des Fernrohres horizontal stehen. Nun wird der dreifache Contact zwischen Gestirn, Libellenblase und Fadenkreuz hergestellt und die Limbusablesung giebt dann die Höhe des Gestirnes. Weil jedoch der

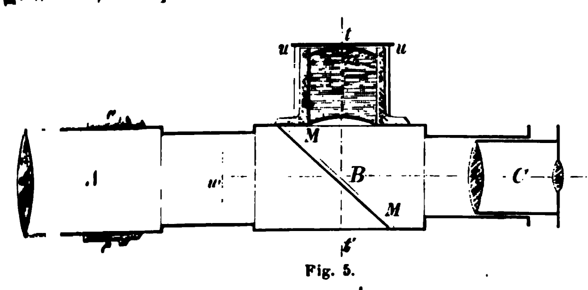


Fig. 5.

[1]) Lunette à niveau. Revue marit. et colon. 1876. Mittheil. aus dem Gebiete des Seewesens 1876. S. 75.

Horizontalfaden nur zur Hälfte im Gesichtsfelde erscheint, so ist zur Erleichterung der Einstellung bei *w* ein Querfaden befestigt, welcher die Verlängerung des reflectirten Fadens bildet. Zur Ermittlung des dem Libellenfernrohr eigenen Indexfehlers bringt man die Bilder der Kimm, der Blase und des Fadenkreuzes zur Deckung. Zur Beleuchtung der Libelle bei Nacht wird auch hier eine Laterne verwendet.

Die Erfindung Lejeune's ist, wie man sieht, nichts Anderes als eine Vervollkommnung derjenigen von Richard. Wir haben zwar keine Gelegenheit gehabt, das Instrument zu erproben, denken uns aber, dass die Herstellung des Contactes bei einiger Uebung des Beobachters am Lande — und auf den Schiffen bei ruhiger See — nicht schwer fallen müsste. Hier sind auch die Uebelstände wegen der Unsicherheit der Beobachtung, ob diese im Vertical des Gestirnes stattfand, eliminirt. Für den Seegebrauch aber scheint uns das Problem noch lange nicht gelöst zu sein, denn ein Instrument, welches nur für absolut ruhiges Wetter berechnet ist, kann nicht den Anspruch erheben, ein nautisches Instrument genannt zu werden.

Der künstliche Horizont von F. H. Reitz in Hamburg besteht aus einer Libelle, welche mittels einer Hülse über das Fernrohr des Sextanten übergeschoben wird. Ein Spiegel reflectirt die Blase gegen das Auge. Während man mit dem rechten Auge den Stern einvisirt, sieht man mit dem linken die Blase durch eine Lupe. Zur Herstellung des Contactes ist das Fernrohr mit einem horizontalen Faden versehen. Da die Anwendung der Libelle die früher besprochenen Schwierigkeiten bietet, so wird hier gerathen, die Einstellung nur angenähert zu bewirken, sodann die Stellung der Blase im gegebenen Momente abzulesen und die nothwendige Correction auf den wahren Horizont mit Hilfe einer zu berechnenden Tabelle anzubringen.

Die gegenwärtige Arbeit war schon fertiggestellt, als wir mit der Erfindung des französischen Capitains Renouf bekannt wurden, die sehr an den Vorschlag von F. Witti erinnert. Das Instrument ist bereits in einem Referat im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift ausführlich besprochen worden, es möge deshalb hier nur der Vollständigkeit wegen das Princip desselben angegeben werden.[1]) Renouf bedient sich eines mit Fernrohr und Quecksilberlibelle versehenen Astrolabiums, dessen Einrichtung folgende ist. Am inneren Rande des Ringes ist ein durchsichtiges Rohr von kreisförmigem Querschnitt angebracht, welches zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt ist. Ein federndes Ventil, welches durch einen leichten Druck auf einen Knopf geschlossen werden kann, gestattet, die sonst zusammenhängende Quecksilbersäule in zwei Partien zu theilen. Visirt man also nach einem Gestirne bei geöffnetem Ventile und schliesst dieses im Augenblicke, wo das Gestirn durch die Fernrohrfäden tangirt oder geschnitten wird, so giebt das Mittel der Kreisablesungen an den beiden Enden der Quecksilbersäule die beobachtete Höhe, weil das Fernrohr mit dem Kreise fest verbunden ist. Contre-Admiral Mouchez hat mit einem solchen von Hurlimann in Paris angefertigten Instrumente eine Genauigkeit von drei Bogenminuten erreicht. Der Erfinder nennt dasselbe Cercle à niveau automatique.

Ueber einige einfache Telephoneinrichtungen.

Von
Dr. **Fr. Fuchs**, Professor der Jatrophysik in Bonn.

I. Differentialtelephon.

Vor einigen Jahren habe ich Herrn Mechaniker Werners in Cöln veranlasst, ein Bell'sches Telephon zu construiren, bei welchem statt eines Drahtes zwei parallel laufende, *a* und *b*, von gleicher Dicke und Länge um den Magneten gewickelt sind.

[1]) Comptes Rendus *98*. S. 261. Diese Zeitschrift 1884. S. 206.

gerippes befestigt ist, dass die durch die beiden Rohraxen gedachte Ebene diejenige des Sextanten unter einem möglichst kleinen Winkel schneidet. Am Vortheilhaftesten würde es natürlich sein, wenn beide Ebenen parallel wären; dies ist aber nicht ausführbar, weil dann der andere Schenkel des Glasrohres zwischen Fernrohr und den belegten Theil des festen Spiegels zu liegen kommen und daher diesen bedecken würden. In dem ersteren Schenkel befindet sich eine 3 mm dicke Elfenbeinscheibe als Schwimmer. Es wird dann nur eine einzige Stellung geben, bei welcher die Axe des Fernrohres mit der oberen Fläche des Schwimmers abschneidet. Die Menge des Quecksilbers ist daher so bemessen, das diese Stellung eintritt, wenn das Fernrohr genau horizontal gehalten wird. Ein Schwimmr ist wegen der Capillarität geboten. Elfenbein will der Erfinder anwenden, weil dieses auch in einer dunklen Nacht abhebt und vom Quecksilber nicht angegriffen Wenn man endlich das Caliber der Röhre so stark hält, dass der transparente Th kleinen Spiegels der Breite nach bedeckt ist, so wird der Einfluss von Tempera renzen nur gering sein; überdies ist nach der Meinung des Autors für bet Abweichungen von der Füllungswärme eine Correction leicht zu ermitteln.

Abgesehen davon, dass die Bestimmung der Temperaturcorrection do einfach ausfällt, da ihr Betrag, mit Rücksicht auf die häufigen Breitenände Schiffes, nicht unbeträchtlich wird und daher mit ziemlichem Zeitaufwan führt werden müsste, leidet diese Erfindung an denselben Mängeln wie Freilich hat die Anwendung des Quecksilbers einer Libelle gegenüber namentlich den der grösseren Solidität der Construction; dies scheint zösische Contre-Admiral Lejeune nicht genügend erwogen zu haben zurückkehrte. Lejeune[1]) gesteht zwar vor Mittheilung seiner Erfin gungen des Schiffes dem Libellenprincipe entgegenstehen; indem n ment nur für Beobachtungen bei Nebelwetter zur Anwendung vor end die seltene Gleichzeitigkeit von Nebel und unruhigem Wetter je rt man wieder beseitigt. pieldose,

Fig. 5 stellt den Durchschnitt des im Sextanten eing windenden Der Rohrtheil A enthält das Objectiv und ist an dem äusse n a und b in gewinde, entsprechend dem Fernrohrhalter des Sextanten bei Einschiebung trägt C is hat a l platte gestellt und am d ein Kautschukschlauch organg passenden Glasrohr r im Ohr steckt, bequem hin Untersuchung intermittirend

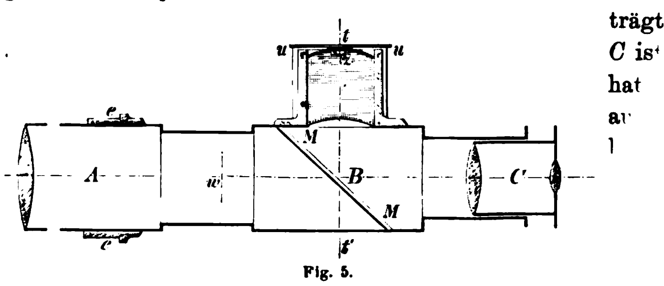


Fig. 5.

Luftblase z stets den höchsten Punkt einzunehn Eisenplatte erregten Luftschwin- der zur Fernrohraxe unter 45° geneigt ist un fast ungeschwächt zugeleitet. das Bild der Blase z vom Ocular aus gesehe permanenten Magneten unter die Eine transparente Blende deckt die Libelle zur Richtung der erdmagnetischen Oberhalb des Glases $u\,u$ ist ein Fadenkr vielleicht dazu dienen können, um kurz- gleichzeitig spiegelt. Beim Gebrauche m hörbar zu machen. halbire und man ist dann sicher, dass stehen. Nun wird der dreifache Conta hergestellt und die Limbusablesung g

ktrophortelephon.

befinden sich einige Elemente und ein Mikrophon, gesetzt ist. Das eine Ende der secundären das andere mit einem Metalltrichter in Verbindung

[1]) Lunette à niveau. Revue Seewesens 1876. S. 75.

gesetzt, über dessen Oeffnung ein Stanniolblatt (oder eine gewöhnliche Schweinsblase, die sich ebenfalls als genügend leitend erweist) gespannt ist. Das Trichterrohr ist wieder mit einem Kautschukschlauch und dieser mit einem in den Gehörgang passenden Glasrohre versehen. Der Trichter wird auf die geriebene Harzmasse eines Elektrophors gesetzt, dessen untere Metallbelegung zur Erde abgeleitet ist. Das Stanniolblatt, welches den Elektrophordeckel vertritt, wird durch die Inductionsspirale in dem Rythmus des tönenden Körpers positiv und negativ geladen und erleidet entsprechend von der Harzmasse des Elektrophors abwechselnd Anziehung und Abstossung. Steckt man das Ansatzrohr des Kautschukschlauches in den Gehörgang, so hört man die Musik der Spieldose laut und deutlich. Auch die Klänge der menschlichen Stimme werden in dieser Weise gut reproducirt.

Recht laute Töre erhält man ferner, wenn man unter Beibehaltung der vorhin beschriebenen Versuchsanordnung statt des Stanniolblattes eine Guttaperchamembran über den Metalltrichter spannt und diese, mit einem Katzenfell gerieben, auf eine zur Erde abgeleitete Metallplatte stellt. Die letztere Vorrichtung ist ebenfalls ein Elektrophortelephon. Die schwingende Guttaperchamembran entspricht der Harzmasse, die Metallplatte und der Trichter den Belegungen des Elektrophors. Die umgekehrte Anordnung, bei welcher der Trichter mit der Erde und die Metallplatte bezw. die untere Elektrophorbelegung mit der Inductionsspirale verbunden wird, ist ebenfalls wirksam.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Neue Regen- und Schneemesser.

Von Dr. G. **Hellmann** in Berlin.

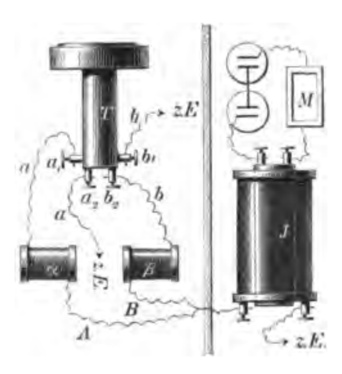
Die an die Stationen des Kgl. Preussischen Meteorologischen Instituts früher ausgetheilten Regenmesser[1]) mit trichterförmigem Auffanggefässe von einem Pariser Quadratfuss Fläche und mit cylindrischem Sammelgefässe, welche auf einem soliden Gestell aus Eichenholz 8 Fuss über dem Boden aufgestellt wurden, haben — abgesehen von ihrem hohen Preise (90 Mark) — im Winter sich wenig bewährt. Bei wechselndem Frost- und Thauwetter wurde es häufig sehr schwierig, das Auffanggefäss, welches behufs Schmelzens der gesammelten Schneemenge in einen erwärmten Raum getragen werden muss, abzuschrauben. Ich habe daher, nach manchen in mehrfacher Richtung ausgeführten Versuchen mit Regenmessern anderer Beobachtungssysteme, eine neue Construction dieser Apparate nach meinen Vorschlägen ausführen lassen und vom Jahre 1883 ab an die Stationen ausgetheilt. Maassgebend bei der Construction war das Bestreben, neben möglichster Rücksicht auf Sicherheit und Bequemlichkeit der Beobachtung die Herstellungskosten thunlichst zu reduciren, um die Zahl der Regenstationen erheblich vermehren zu können.

Der neue Regenmesser (s. die Fig. links) besteht aus einem 40 cm (neuerdings 45) hohen cylindrischen Gefäss aus Zinkblech, dessen $^1/_{50}$ qm grosse Auffangfläche von einem scharfkantig abgedrehten und auf dem Meteorologischen Institute auf seine Dimensionen genau geprüften Messingringe umgrenzt wird, während der flach conisch zulaufende Boden in dem durch einen Drücker oder Schlüssel schliessbaren Ausflusshahne endet. Aus der Stellung des aufgesetzten Drückers, welchen der Beobachter bei sich führt, ist ohne Weiteres zu erkennen, ob der Hahn geöffnet oder geschlossen ist. Ein in 10 (15) cm Höhe vom Boden eingesetzter flacher Trichter (doppelter Boden) scheidet das eigentliche Auffanggefäss von dem unteren

[1]) Vgl. Klein's Allgemeine Witterungskunde S. 119. Fig. 20.

Zwei Klemmschrauben a_1 und a_2 nehmen die Enden des Drahtes a, zwei andere b_1
b_2, die des Drahtes b auf. Je nachdem die in den Leitungen a und b fliessen
Ströme die gleiche oder die entgegengesetzte Richtung haben, findet eine Summation oder
eine Subtraction ihrer Wirkungen auf die Telephonplatte statt. Man kann den Apparat
daher zu Widerstandsbestimmungen und anderen Zwecken in analoger Weise wie das
Differentialgalvanometer verwenden. Ich benutze ihn unter Anderem, um die inducirenden Wirkungen des entstehenden und verschwindenden Magnetismus zu demonstriren.
Die Versuchsanordnung ist hierbei die folgende:

In einer secundären Spirale J werden in der gewöhnlichen Weise mittels eines
im primären Stromkreise befindlichen Mikrophones M alternirende Ströme erzeugt. Das



eine Ende der Spirale ist zur Erde abgeleitet, von dem anderen führt eine Leitung in ein entferntes Zimmer, wo die Klänge der auf dem Resonanzboden des Mikrophons stehenden Spieldose nicht hörbar sind und in welchem sich das besprochene Telephon T befindet. Die Leitung spaltet sich hier in zwei Zweige A und B, welche sich in ei... Erdleitung wieder vereinigen. Der von dem einen E... der Spirale ausgehende Strom fliesst also, nachdem e... Zweigleitungen A und B passirt hat, durch die Er... dem anderen Ende der Spirale zurück. Der Zw... enthält eine Drahtrolle α und den Telephondraht... Zweig B eine gleiche Drahtrolle β und den zweit...
phondraht b. Der Strom läuft in den Drähten a und b in entgegengesetzten R...
um den Magneten; die Telephonplatte bleibt also zunächst in Ruhe, da die V...
der beiden Stromzweige sich gegenseitig aufheben. Schiebt man aber jetz...
man das Telephon ans Ohr hält, ein Stück Eisen in die Drahtrolle α oder β,
auf einmal das Spiel der auf dem Resonanzboden des Mikrophons stehend...
denn die Ströme, die in der Drahtrolle durch den entstehenden und ver...
Magnetismus des Eisens inducirt werden, fliessen in den Telephondräht...
gleichem Sinne um den Magneten.

Aus nahe liegenden Gründen entstehen schwächere Töne auch ...
anderer Metallmassen.

II. Bewegliche Telephonplatte.

Ein Trichter von Eisenblech wird auf eine dünne Eisenplatt...
Rande mittels Siegellack festgekittet; über das Trichterrohr wird ein...
geschoben, der an seinem anderen Ende mit einem in den Gehörgang...
versehen ist. Den Trichter kann man, während das Glasrohr im Oh...
und her führen. Diese kleine Vorrichtung eignet sich zur Unters...
magnetischer Felder. Die durch die Vibrationen der Eisenplatte...
gungen werden dem Ohr durch den Kautschukschlauch fast u...
Die Töne werden erheblich verstärkt, wenn man einen permanent...
Platte hält. Ueber einen kräftigen Magneten senkrecht zur Richt...
Inclination gestellt, würde eine derartige Platte vielleicht dazu...
dauernde Schwankungen des Erdmagnetismus hörbar zu mache...

III. Elektrophortelephon.

In einem primären Stromkreise befinden sich einige ...
auf dessen Resonanzboden eine Spieluhr gesetzt ist. Das ...
Spirale wird zur Erde abgeleitet, das andere mit einem ...

...rken Platte *A* (vgl. Figur) ...he der unten den

m ...en ...e *A* ...eren ...Bewe-

...t einem ... Arm in ...chs wird, ...chraube *K*, ...ten berührt, ...leichmässiger ...en Versuchen ...g der Diamant- ...ei verschiedene ... wurden bei den ...ramm bei *O* auf- ...ate, die des Speck-

...en Instrumenten des ...erschiedener Krystall- ...lesselben ist jedenfalls ...s macht hier wie dort *W.*

...scher Kräfte.

... S. 448.

...t einer Flüssigkeit, bei dem ...wirkung der Flüssigkeit eine ... einem Draht von nur 3 mm

und ...den ...der ...rat ...as

gesetzt, über dessen Oeffnung ...
sich ebenfalls als genügend ...
mit einem Kautschukschlauch ...
rohre versehen. Der Trichter ...
gesetzt, dessen untere Metallfassung ...
den Elektrophordeckel ...
... Körpers positiv und negativ ...
... des Elektrophors ...
Abstande des Kautschukschlauches ...

Sammelgefässe, in welchem das Wasser gegen Verdunstung möglichst geschützt ist. Mittels zweier am Mantel des Regenmessers angebrachter Oesen wird derselbe an einer eisernen Klammer, welche an einem im Erdboden eingesetzten Pfahl festgeschraubt ist, eingehakt, so dass seine Auffangfläche einen Meter Höhe über dem Erdboden hat. Gerade diese bequeme Aufstellung erweist sich im Winter unserer Gegenden, wo das Gefäss häufig zu wechseln ist, als sehr praktisch.

Ein completer Regen- und Schneemesser dieser Art (zwei Gefässe, eine eiserne Klammer und ein in Zehntel-Millimeter getheiltes Messglas, welches 10 mm fasst) kostet bei Herrn Klempnermeister Walther in Berlin, Lindenstrasse 16, den ich dieselben bisher habe ausführen lassen, im Einzelverkauf 15 Mark, bei Entnahme einer grösseren Anzahl nur 13,80 Mark.

Für schneereichere Gegenden (Ostpreussen, mittelhohe Gebirgslagen) habe ich im Herbste des vorigen Jahres die in der Figur rechts abgebildeten combinirten Regen- und Schneemesser anfertigen lassen. In Grönland sollen dänischerseits ähnliche Instrumente gebraucht worden sein, doch habe ich dieselben bisher nicht gesehen. Es sind, um das Heraustreiben des gesammelten Schnees durch den Wind möglichst zu verhindern, zwei Gefässe in einander gesetzt worden, so dass der Mantel des Auffangcylinders um ein Drittel seiner Höhe (20 cm) in das untere, 30 cm weite Sammelgefäss hineinragt. Die Höhe des letzteren beträgt 35, die des ganzen Gefässes von der Auffangfläche bis zum Boden 61 cm. Bei Regenfall wird ein leichter Bodendeckel mit centraler Oeffnung auf den etwas vorspringenden Rand am unteren Ende des Auffangcylinders gesetzt.

Ein solcher combinirter Regen- und Schneemesser (complet wie oben) kostet 20 Mark.

Berlin, Januar 1885.

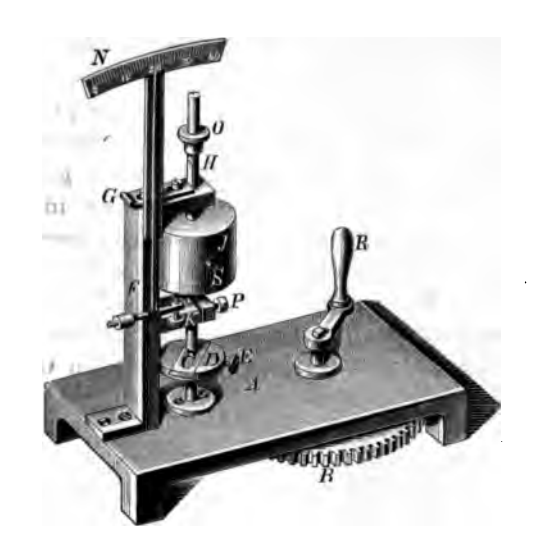
Referate.

Apparat zur Bestimmung der mittleren Härte von Krystallflächen (Mesosklerometer).

Von Prof. Dr. Fr. Pfaff. *Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu München. 1884. S. 255.*

Zur Bestimmung der mittleren Härte einer Krystallfläche bedient sich Prof. Fr. Pfaff eines von ihm *Mesosklerometer* genannten Apparates, welcher auf ähnlichem Princip beruht, wie das früher von ihm zur Untersuchung der Härte von Mineralien construirte Instrument (vgl. diese Zeitschr. 1884. S. 283). Die Härte wird nämlich dadurch bestimmt, dass man die durch einen Diamantsplitter von einer Krystallfläche fortgenommene Menge Substanz ermittelt. Während aber bei dem früheren Instrumente der Diamant als Hobel functionirte und die Härte daher zunächst nur in einer Richtung anzeigte, wirkt bei dem vorliegenden Apparate der Diamant als Bohrer; durch die hierdurch bedingte kreisförmige Bewegung desselben tritt eine gleichmässige Abtragung der Fläche nach allen Richtungen ein und der Apparat giebt durch einen Versuch die mittlere Härte der Substanz an. Bei gleicher Belastung des Bohrers und gleicher Drehungsgeschwindigkeit kann die mittlere Härte umgekehrt proportional der in gleicher Zeit erzielten Tiefe des Bohrloches, oder wenn man das Loch bei allen Krystallen gleich tief bohrt, direct proportional der Zahl der Umdrehungen des Bohrers gesetzt werden, wobei das zeitraubende Wägen vor und nach dem Bohren vermieden werden kann.

Der Apparat zeigt folgende Anordnung: Auf der starken Platte *A* (vgl. Figur) erhebt sich der Träger *F* mit zwei horizontalen Armen, durch welche der unten den Diamantbohrer tragende Stift *H* hindurchgeht. Um eine Drehung desselben zu verhindern, ist er bei *H* nahezu halb eingefeilt und wird durch Anschieben der Platte *G*, welche dann festgeschraubt wird, stets in derselben Richtung gehalten; in verticaler Richtung kann er leicht auf und ab bewegt werden; um ihn vor Wackeln nach längerem Gebrauche zu schützen, ist der untere Arm des Trägers *F* halb durchsägt und mit einer Klemmschraube *P* versehen. Auf dem Stift *H* befindet sich das Gewicht *J*, welches durch die Schraube *S* in verschiedener Höhe festgeklemmt werden kann; oben hat der Stift bei *O* noch einen Ansatz zur Aufnahme von Zusatzgewichten. — Der Krystall wird unter der Spitze des Diamanten auf dem Schlitten *C* mittels Siegellack befestigt; ist er in die richtige Stellung zum Bohrer gebracht, so wird der Schlitten *C* mittels der Schraube *E* festgeklemmt. Die den Schlitten tragende Platte *D* ist auf das obere Axenende eines unter der Bodenplatte *A* befindlichen kleinen Zahnrades aufgeschraubt, welches in Verbindung mit dem grösseren Zahnrade *B* und der Kurbel *R* die Drehung der Platte *D* bewirkt. Durch diese Bewegung bohrt sich der feststehende Diamant in den auf *C* befestigten Krystall ein.



Um die Tiefe des Bohrloches messen zu können, ist das Gewicht *J* mit einem Winkel-Fühlhebel in Verbindung gesetzt, dessen längerer senkrecht stehender Arm in eine feine vor der Scale *N* spielende Spitze endigt. Beim Anfange des Versuchs wird, wenn die Diamantspitze auf dem Krystall aufruht, mittels der Mikrometerschraube *K*, welche durch den kürzeren Arm des Winkelhebels gehend das Gewicht *J* von unten berührt, die Spitze des Zeigers auf den Nullpunkt der Scale eingestellt und nun mit gleichmässiger Geschwindigkeit das Zahnrad durch die Kurbel *R* gedreht. — Bei diesen Versuchen kommt es natürlich wesentlich auf die geeignete Form und sichere Fassung der Diamantspitze, sowie auf die richtige Belastung derselben an. Verf. wendet zwei verschiedene Belastungen an: das Gewicht *J* wiegt etwas über 100 Gramm; dazu wurden bei den weichen Krystallen stets noch 30 Gramm, bei den härteren noch 100 Gramm bei *O* aufgesetzt. Als Härteeinheit wurde wieder, wie bei dem früheren Apparate, die des Specksteins gewählt.

Verf. hofft, dass der Apparat sich bald einen Platz unter den Instrumenten des Mineralogen erobern werde, wenn auch nur, um rasch die Härte verschiedener Krystallflächen bei Vorlesungen demonstriren zu können; das Princip desselben ist jedenfalls besser als das des früheren Apparates, die Ausführung allerdings macht hier wie dort einen etwas primitiven Eindruck. *W.*

Etalon-Element für die Messung elektromotorischer Kräfte.

Von E. Reynier. *Journ. de Phys. II. 3. S. 448.*

Das Element ist ein Voltaelement, Zink-Kupfer, mit einer Flüssigkeit, bei dem die Kupferelektrode so gestaltet ist, dass dieselbe der Einwirkung der Flüssigkeit eine Fläche von 30 qdm bietet, während die Zinkelektrode in einem Draht von nur 3 mm

Durchmesser besteht, so dass also die Fläche der ersteren 300 Mal so gross als die der letzteren ist; hierdurch ist eine fast vollständige Depolarisation erzielt. Der innere Widerstand des Elementes ist sehr gering, so dass er bei grösseren äusseren Widerständen ausser Acht gelassen werden kann. Wählt man als Erregungsflüssigkeit Zinksulfat, so ist die elektromotorische Kraft ein Volt. Verfasser lässt sich diesen Vortheil entgehen, da das Zinksulfat stets mehr oder weniger sauer ist, und da diese Veränderlichkeit im Säuregehalt eine Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft bedingen könnte; er wählt statt dessen Kochsalz, für welches die elektromotorische Kraft 0,82 Volt beträgt. Die Kochsalzlösung wird durch Auflösung von 200 Theilen Kochsalz in 1000 Theilen Wasser hergestellt und dann filtrirt. Bei einem äusseren Widerstande von nur 820 Ohm verlor dieses Element während einer Stunde weniger als $^1/_{100}$ seiner Kraft. Bei grösseren äusseren Widerständen und der bei Messungen üblichen wesentlich kürzeren Dauer des Stromschlusses kann dasselbe demnach als vollkommen constant betrachtet werden. Das Zink wird, wenn das Element nicht benutzt wird, aus der Flüssigkeit gehoben. *L.*

Ueber die absolute Lichteinheit.

Von J. Violle. *Ann. de Chimie et de Physique. VI. 3. S. 373.*

Violle publicirt nunmehr ausführlich seine Untersuchungen über die Definition der Lichteinheit, welche auf die Beschlüsse der Pariser Internationalen Elektrischen Conferenz von so maassgebendem Einfluss gewesen sind. Die eingangs gegebene Kritik der bisher gebräuchlichen Lichteinheiten enthält zwar, wie dies ja in der Natur der Sache liegt, nur theilweise Neues, mag aber hier im Wesentlichen wiedergegeben werden, da sie eine recht vollständige Zusammenstellung der Fehlerquellen bildet. — Die Lichtstärke der Kerzenflammen ist nicht constant, weil 1. das Material nicht in constanter Zusammensetzung zu erhalten ist, 2. die Beschaffenheit des Dochtes und demzufolge seine aufsaugende Wirkung selbst innerhalb einer und derselben Kerze wechselt, 3. die Leuchtkraft von der grösseren oder kleineren Krümmung und Länge des in der Flamme befindlichen verbrannten Dochtstückes abhängt. Nach Versuchen der Gastechniker zeigt die Stärke der Deutschen Vereinskerze Schwankungen von 3 bis 4 Procent, die der Englischen Normalkerze von etwa 15 Procent. Was die Carcellampe betrifft, so kann zwar ein Experimentator mit einem bestimmten Exemplar und bei Anwendung von Oel aus einem und demselben Gefäss sehr constante Resultate erzielen. Verschiedene Lampen, von verschiedenen Personen gehandhabt und mit verschiedenen Oelproben gespeist, können dagegen merklich verschiedene Resultate liefern. Auch die Veränderung der Beschaffenheit der Luft beeinflusst die Carcellampe, sowie jede andere Flamme sehr merklich, was sich besonders auffällig in kleinen Zimmern zeigt, in denen mehrere Beobachter arbeiten. Gasflammen müssen, um constante Resultate zu geben, folgenden Bedingungen Genüge leisten: 1. Sowohl das brennbare Gas als auch jenes, in dem die Verbrennung vor sich geht, müssen eine vollkommen unveränderliche Beschaffenheit haben, eine Bedingung, die selbst bei der Lichteinheit von Vernon-Harcourt (8 Vernon-Harcourt = 1 Carcel), die auf der Verbrennung von Pentan beruht, nicht ganz erfüllt ist, weil das Pentan fast immer mit anderen flüchtigen Kohlenwasserstoffen verunreinigt ist. 2. Die Temperatur jedes einzelnen Theiles der Flamme muss constant sein; es müssen sich daher das brennbare Gas und dasjenige, in welchem die Verbrennung erfolgt, immer in gleicher Weise mischen. Um den Einfluss der Temperaturschwankungen zu verdeutlichen, giebt Violle die Stärke des von glühendem Platin bei verschiedenen Temperaturen ausgesendeten Lichtes an; wenn diese beim Schmelzpunkt des Platins (1775°) gleich eins gesetzt wird, so ist sie bei 1500°, dem Schmelzpunkt des Palladiums gleich 0,271, bei 1045°, Schmelzpunkt des Goldes, gleich 0,0045, bei 954°, Schmelzpunkt des Silbers, gleich 0,0012, bei

775° gleich 0,00007. 3. Wie v. Helmholtz hervorgehoben hat, muss auch die Dicke und Durchsichtigkeit der Flamme unveränderlich sein. Diese Bedingungen sind nicht strenge erfüllbar. Die Schwendler'sche Lichteinheit, ein Platinblech von bestimmter Grösse, welches durch einen elektrischen Strom von gegebener Intensität durchflossen wird, ist unbrauchbar wegen der Veränderungen der Molecularstructur des Platins unter dem Einfluss des Stroms und der dadurch hervorgerufenen Veränderlichkeit seines Widerstandes und seiner Emissionsfähigkeit. Gewöhnliches elektrisches Glühlicht ist wegen der Abnutzung der Kohlenfäden nicht constant. Auch geben verschiedene Glühlampen bei gleichem Aufwand von Energie verschieden starkes Licht. Ferner muss die Unmöglichkeit, die Grösse der ausstrahlenden Fläche zu messen, als Uebelstand hervorgehoben werden.

Durch Anwendung von Platin bei der Temperatur des Erstarrens werden alle diese Schwierigkeiten vermieden. Diese Temperatur ist völlig bestimmt, immer in gleicher Weise herstellbar, und da das Platin unter diesen Umständen unveränderlich ist, bleibt auch sein Emissionsvermögen immer dasselbe. Vor andern genügend leicht beschaffbaren Metallen hat das Platin auch noch den Vorzug, dass es das strengflüssigste ist und daher beim Erstarrungspunkt ein reines, weisses, an violetten Strahlen reicheres Licht giebt als die übrigen.

Um die Brauchbarkeit der Methode nachzuweisen, hat Verfasser die Ausstrahlung des geschmolzenen Silbers während des Erstarrens mittels eines Thermoelementes gemessen. Dieses befand sich in einer doppelwandigen Messingbüchse, zwischen deren Wänden Wasser von constanter Temperatur circulirte, und die nur unten eine durch eine Quarzplatte verschlossene Oeffnung hatte. Die Büchse stand in einer zweiten Messingbüchse mit doppeltem Boden, durch den ebenfalls Wasser floss und der noch auf einer dicken durchbohrten Holzplatte stand. Unter letzterer befand sich das Bad mit geschmolzenem Silber. Hierdurch war auf das Sorgfältigste bewirkt, dass nur die vom Silber ausgestrahlte Wärme die elektromotorische Kraft des Thermoelements beeinflussen konnte. Es zeigte sich nun, dass während des Abkühlens des geschmolzenen Silbers der Ausschlag des Galvanometers rasch fiel, dann in dem Moment, wo an den Rändern des Bades das Silber zu erstarren begann, in Folge der unvermeidlichen Ueberschmelzung stieg und einen constanten Werth behielt, bis das Erstarren bis zur Mitte des Silberbades fortgeschritten war. In diesem Moment zeigte sich eine leichte Zunahme wegen der Aenderung des Emissionsvermögens beim Erstarren; dann folgt eine sehr starke Abnahme entsprechend der Abkühlung des erstarrten Silbers. Das Silber, welches sich mittels eines Perrot'schen Ofens leicht auf der gewünschten Temperatur erhalten lässt, liefert also eine gute Hilfseinheit, die nach Violle besonders für spectrophotometrische Arbeiten sehr brauchbar sein wird, bei denen es ja auf die absolute Grösse der Einheit nicht ankommt.

Der folgende Theil der Arbeit betrifft das vom Platin bei verschiedenen Temperaturen in verschiedenen Theilen des Spectrums ausgesandte Licht, wobei eine Lampe als Vergleichsflamme diente. Zu den Messungen wurde ausser einem Spectrophotometer nach Gouy, bei dem die Helligkeit benachbarter Felder verglichen wird, auch ein auf das Verschwinden der Interferenzstreifen gegründetes angewendet, welches sich an das von Trannin beschriebene anlehnt und von Duboscq verfertigt wurde. Dasselbe enthält der Reihe nach den Spalt, auf dessen beide Hälften mittels zweier Reflexionsprismen die zu vergleichenden Strahlen geworfen werden, eine Collimatorlinse, ein Nicol mit senkrechten Endflächen nebst Theilkreis, ein Wollaston'sches Prisma mit horizontaler brechender Kante, eine 8 mm dicke Quarzplatte, die der Axe parallel geschnitten ist und deren Hauptschnitt mit dem des Wollaston'schen Prismas einen Winkel von 45° bildet, ein zweites Nicol mit senkrechten Endflächen, ein Prisma mit gerader Durchsicht und

Instrumente Belichtung nöthig hatte. Das Resultat war ein äusserst überraschendes, indem sich mit dem winzigen Objective sämmtliche Sterne abgebildet hatten, welche die Figur des Orion darstellen; im Centrum des Gesichtsfeldes konnten noch Sterne 9. Grösse und ein Theil des Nebels selbst erkannt werden. Herr Common construirte sich nun einen sechszölligen Refractor, dessen Montirung so beschaffen war, dass Camera's an der Declinationsaxe mit Leichtigkeit befestigt werden konnten. Alle Arten photographischer Objective wurden mit Hilfe dieses Instrumentes probirt und es konnte in Folge dessen festgestellt werden, dass mit den besten Linsen ein Gesichtsfeld von etwa 5° möglich war, ohne dass die rundliche Form der Sternbilder alterirt wurde; wesentlich bessere Resultate aber, als mit dem Objectiv von $^3/_8$ Zoll Oeffnung waren nicht zu erlangen.

Obgleich nun den Linsen für Aufnahme grösserer Himmelsräume der Vorzug vor dem Hohlspiegel gebührt, während der Letztere für Nebel, Sternhaufen u. s. w. geeigneter ist, so hat doch Herr Common, mit Rücksicht auf die Verzerrung der Linsen in grösseren Abständen von der optischen Axe, Nachforschungen darüber angestellt, ob es nicht möglich sei, sich auch für die Aufnahme mit Teleskopen ein grösseres Gesichtsfeld zu sichern. Er hat dabei drei typische Formen des Teleskopes in Betracht gezogen. Bei No. 1 soll die sensitive Platte direct im Focus des Spiegels angebracht werden, bei No. 2, einer Modification des Cassegrain'schen Teleskopes, soll der Convexspiegel bis zur Hälfte oder noch weiter vergrössert werden, und für No. 3 hat die in Deutschland unter dem Namen *Brachy-Teleskop* bekannte Construction als Norm gegolten. Bei dem genannten Teleskop befindet sich der Fangspiegel ausserhalb des Rohres und die Spiegel stehen etwas schräg zur Axe. Das erste Arrangement ist seiner Einfachheit wegen zu empfehlen — für grosse Dimensionen kann nichts Besseres gedacht werden — indess wenn es auf Aplanasie ankommt, scheint dem Verfasser die Form minder gut zu sein, als No. 2 und No. 3. Das zweite Arrangement hat Herr Common direct probirt; er wandte einen Concavspiegel von $9^1/_2$ und einen convexen Fangspiegel von $4^1/_2$ Zoll Durchmesser an. Die Focallänge des Hohlspiegels betrug 43 Zoll. Diese Combination giebt unter ungünstigen Verhältnissen ein Bild von einem Stern 11. Grösse in 30 Minuten. Das Gesichtsfeld beträgt 3 Grad, da das im grossen Spiegel befindliche Loch nicht grösser ist. Der Verfasser ist von dieser Construction über Erwarten befriedigt und beabsichtigt sie in grösseren Dimensionen auszuführen.

Das Brachyteleskop hat Herr Common nicht auf photographischem Wege erprobt, hält es aber für sehr möglich, dass es dem angestrebten Zwecke am besten genügt. Er hat diese Construction an künstlichen Sternen geprüft und die Art und Weise, wie der zweite Spiegel die Verzerrung des grösseren corrigirt, ist höchst bemerkenswerth.

Den Schluss dieser Auseinandersetzungen bildet die Bemerkung, dass die Herstellung photographischer Sternkarten, in einem mindestens doppelt so grossem Maassstabe als Argelander's Atlas und Sterne bis zur 12. Grösse einschliessend, möglich sei, der hierbei einzuschlagende beste Weg müsse jedoch vordem festgestellt werden.

Die zweite der oben angeführten Abhandlungen berührt eine sehr wichtige Frage der astronomischen Photographie. Wenn eine sensitive Platte lange Zeit in einem Fernrohre belichtet wird, so ist das Bild geneigt, aus seiner anfänglichen Stellung herauszutreten, und zwar geschieht dies dadurch, dass das Uhrwerk mit der täglichen Bewegung nicht Schritt hält, dass der scheinbare Ort des Gestirns durch Refraction verändert wird, und dass durch Temperaturschwankungen auch die Lage der Focalebene variabel ist. Bei Anwendung von Reflectoren kommt noch hinzu, dass beim Drehen des Instrumentes die Stellung der Spiegel nicht genau dieselbe bleibt. Alle diese Bewegungen sind weder sehr gross, noch wirken sie augenblicklich, aber sofern sie ohne Correction bleiben, verderben sie das Bild.

Bei kleinen Instrumenten kann man das Object im Sucher überwachen, und die Feinstellungen für Rectascension und Declination zur Correction benutzen, aber bei grossen und schweren Fernröhren und ganz besonders bei Teleskopen ist dies nicht möglich, da der Zusammenhang zwischen Sucher und Spiegeln immer unvollkommen ist.

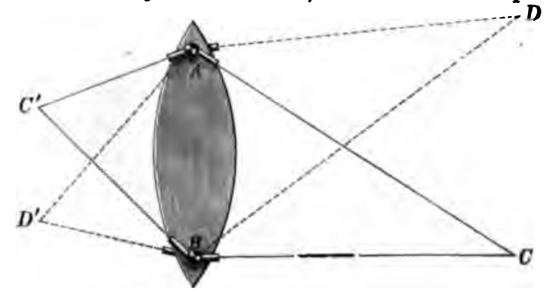
Der Verfasser hat bei seinen Aufnahmen von Nebeln, wo lange Expositionen mit einem grossen Reflector nöthig waren, ein sehr einfaches und wirkungsvolles Verfahren der Correction angewendet, welches auch Referent, im Verlaufe seiner photographischen Arbeiten, als das allein Richtige erkannt hat. Der Grundgedanke hierfür ist der, das Objectiv, welches den betreffenden Gegenstand abbildet, selbst zur Controle zu benutzen. Herr Common hat dies praktisch dadurch erreicht, dass er ein Fadenkreuz in feste Verbindung mit dem die Platte tragenden und nach zwei Richtungen beweglichen Behälter (Cassette) brachte, wobei durch Einstellung dieses Kreuzes auf einen Stern, der sich in der Nähe des zu photographirenden Objectes befand, die Platte in gleicher Lage zum Bilde gehalten werden konnte. Das Arrangement war folgendes: An dem Rohr, welches für das Ocular bestimmt ist, wird eine Platte befestigt; dieselbe trägt zwei Schieber, welche sich durch feine Schrauben in zwei zu einander senkrechten Richtungen bewegen lassen, ungefähr so wie dies bei einem Mikrometer der Fall ist. Der äussere Schieber ist zur Aufnahme der Cassette bestimmt, die durch zwei Schrauben festgehalten wird; ausserdem ist an ihm ein Kasten für Fadenkreuz und Ocular befestigt. Die letzteren Beiden lassen sich an einer beliebigen Stelle in der Länge des Kastens anbringen, damit auf einen geeigneten Stern pointirt werden kann. An dem Kasten befindet sich noch ausserdem eine Lampe zur Erleuchtung der Fäden.

Herr Common bespricht am Schluss der zweiten Abhandlung noch die Eventualität, wie ein derartiger Controlapparat bei sehr grossen Spiegeln von 50 oder 60 Fuss Brennweite zu construiren sein würde. Da die bezüglichen Angaben vorläufig nur speculativer Natur sind und so enorme Dimensionen selten in Betracht kommen, so soll hier auf das Original verwiesen werden. *O. Lohse.*

Modell-Linse für Demonstrationszwecke.

Von J. B. Haycraft. *Nature 30. S. 543.*

Zur Demonstration der optischen Erscheinungen an Linsen bedient sich Verf. einer sehr einfachen, aber recht zweckmässig erscheinenden Vorrichtung. Dieselbe beruht auf dem Gedanken, dass man für solche Zwecke, bei denen es sich nicht um feine Unterscheidungen, sondern um möglichst anschauliche Darstellung handelt, genau genug den Winkel zwischen dem einfallenden und dem austretenden Strahl an ein und demselben Punkte der Linse als constant ansehen kann. Auf einem in seiner Form dem Querschnitt einer Biconvexlinse entsprechenden Brette von $^1/_2$ bis 1 m Höhe ist bei A und B auf der vorderen sowohl als auf der hinteren Seite je ein kurzes, um einen stumpfen Winkel gebogenes Glasröhrchen, in der Ebene des Brettes drehbar befestigt. Durch die Röhrchen sind Schnüre gezogen, welche Lichtstrahlen vorstellen. Führt man die beispielsweise der Vorderseite angehörigen einerseits nach einem beliebigen Punkte C und sorgt dafür, dass die anderen Enden $C'A$ und $C'B$ genau in der Richtung der Schenkel der Glasröhrchen weiterlaufen, so stellt ihr Durchschnittspunkt C' das Bild des Punktes C dar, und es ist ersichtlich, dass man auf diese Weise die Vereinigungspunkte convergenter, paralleler und divergenter Strahlen demonstriren kann. Verfährt man



event. unter Assistenz eines Gehilfen, mit den Schnüren der Rückseite, die zweckmässig andere Farbe erhalten, in ähnlicher Weise, so dass *D'* das Bild eines zweiten Punktes *D*, *C' D'* also jetzt dasjenige eines Objectes darstellt, so ist die Umkehrung der Bilder ohne Weiteres klar und es lassen sich auch ferner durch Veränderung des Abstandes der Punkte *C* und *D* von der Linse unter Constanthaltung der Entfernung *C D*, die Verhältnisse zwischen Grösse und Entfernung von Bild und Object bequem zur Anschauung bringen. Dass sich dieses Princip auch auf Linsen anderen Querschnittes, sowie auf Combinationen derselben ohne Schwierigkeit anwenden lässt, bedarf kaum der Erwähnung, vortheilhaft aber würden wir es halten, wenn ausserdem noch im Mittelpunkte der Linse in derselben Weise ein gerades Röhrchen angebracht würde, um auch immer gleichzeitig den ungebrochenen Hauptstrahl mit versinnbildlichen zu können. *Ln.*

Ueber einen elektrostatischen Etalon für das Potential.

Von Crova *und* Garbe. *Journ. de Phys. II. 3. S. 299.*

Die bei den Elektrometern als Etalons für das Potential benutzten Elemente zeigen meist eine für ihren Zweck schädliche Veränderlichkeit, die von ihrer mangelhaften Isolirung, von der Vermischung der beiden Flüssigkeiten in der Thonzelle und von der Polarisation herrührt, die infolge eines oft durch Staub oder Feuchtigkeitsansätze hergestellten kurzen Schlusses eintritt. In dem vorliegenden Elemente sind diese Uebelstände vermieden. Dasselbe besteht aus einer weiteren Flasche mit seitlich angeschmolzenem engeren vertical aufsteigenden Rohre. Die Flasche wie das Ansatzrohr sind mit eingeschliffenem Stopfen versehen, durch welche eingeschmolzene Drähte zu den Elektroden gehen. In der Flasche steht ein Gefäss von stark hygroskopischem Kaliumglas, welches bei 0° gesättigte Zinksulfatlösung enthält und in welches ein amalgamirter Zinkdraht taucht; die Flasche selbst enthält eine gesättigte Kupfersulfatlösung, in welche ein durch den Stopfen der Ansatzröhre eingeführter Kupferdraht taucht. Die Verbindung der beiden Flüssigkeiten wird lediglich durch den an der Wandung des inneren Gefässes niedergeschlagenen Wasserdampf hergestellt. Der bei dieser Anordnung auftretende enorme innere Widerstand bewirkt, dass ein zufälliger kurzer Schluss des Elementes noch keine Polarisation verursacht. Das Gefäss des Elementes ist an der Aussenfläche lackirt und auf einer Ebonitplatte befestigt. Ein solches Element hat im Laufe von drei Monaten keine Spur einer Aenderung der Potentialdifferenz gezeigt. *L.*

Ueber eine neue Form polarisirender Prismen.

Von Ahrens. *Philosoph. Magaz. V. 19. S. 69 aus Journ. of the Royal Microscopical Society, August 1884.*

Das Prisma des Verf. schliesst sich nicht den Nicol'schen, sondern den doppeltbrechenden Prismen an, indem die Beseitigung des falschen Bildes nicht durch totale Reflexion, sondern durch Brechung geschieht. Drei Kalkspathprismen sind so mit einander verkittet, dass die optischen Axen der beiden äusseren parallel zu der brechenden Kante, die des mittleren, grösseren Prismas aber senkrecht zur brechenden Kante liegen. Ein Strahl also, der in den beiden äusseren Prismen ordentlicher ist, wird im mittleren Prisma ausserordentlicher und wird deshalb stark nach rechts abgelenkt, der andere ebenso nach links, beide mit starker Farbenzerstreuung.

Kittet man nun ein Prisma von schwerem Flintglase oben auf, so dass die brechende Kante rechts liegt, so würden dadurch die Brechung und Zerstreuung nach links vermehrt, nach rechts vermindert. Glasform und brechender Winkel müssen so gewählt werden, dass in dem Bilde rechts die Ablenkung und Farbenzerstreuung gerade aufgehoben werden. Der Verfasser giebt weder die Brechungs- und Zerstreuungsindices

des Glases, noch die Schnittwinkel an, durch welche dies Resultat erreicht wird, wenn nicht letztere etwa durch die Zeichnung. Diese Grössen bedingen einander und liessen sich im einzelnen Fall wohl berechnen. Verf. versichert, dass das falsche Bild um $52^1/_2°$ abgelenkt sei, so dass es nicht mehr störe. Die Polarisation sei durchaus linear und die Länge des Prismas betrage etwa das $2^1/_4$fache der Breite. Es eigne sich daher vorzugsweise als Analysator bei Mikroskopen.

Eine kleine Verschiebung des Bildes je nach dem Standpunkt des Auges dürfte nicht vermieden sein. *Z.*

Der Einfluss des Lichtes auf den elektrischen Widerstand der Metalle.

Von A. E. Bostwick. *American Journ. of Science. III. 28. S. 133.*

In einer sehr sorgfältigen, ausgedehnten Untersuchung sucht Herr Bostwick die Controverse zwischen Boernstein einerseits, der bei Gold, Silber und Platin eine Schwächung des elektrischen Widerstandes von $1^1/_2$ Hundertel bis 4 Procent unter dem Einfluss der Beleuchtung behauptet, und Siemens und Hansemann andererseits, die diesen Einfluss des Lichtes leugnen, zu entscheiden. Die Versuchsmethoden sind mit Berücksichtigung der von Boernstein gegen die von Siemens und Hansemann angewandten Methoden gewählt. Der Verfasser kommt jedoch zu einem negativen Resultat. Die Versuche lassen den Schluss zu, dass, wenn ein Einfluss der Lichtstrahlen selbst, abgesehen von ihrer Wärmewirkung, auf den elektrischen Widerstand jener Metalle vorhanden ist, dieser keine Aenderung desselben verursacht, die $^5/_{1000}$ Procent übersteigt. *L.*

Methode und Apparat zur directen Messung der Geschwindigkeit.

Von Harlacher, Henneberg *und* Jmrecker. *Technische Blätter. 1884. S. 1.*

Jede Geschwindigkeit v lässt sich darstellen als Umfangsgeschwindigkeit einer rotirenden Scheibe vom Radius r. Bezeichnet man den im Zeitmoment dt beschriebenen Drehungswinkel mit $d\varphi$, so ist

1) $v = \frac{r\,d\varphi}{dt}$ oder indem man die Winkelgeschwindigkeit $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ einführt:

2) $v = r\,\omega$.

Aus diesen beiden Gleichungen ergeben sich die Bedingungen der Construction von Apparaten zur directen Messung der Umfangsgeschwindigkeit einer Scheibe. Den Werth $\frac{r\,d\varphi}{dt}$ zu construiren, ist praktisch unmöglich; vielmehr kann nur das Verhältniss des endlichen Weges $r\,\Delta\varphi$ zu dem endlichen Zeitintervalle Δt gebildet werden. Es können somit die auf Gleichung 1) basirten Constructionsmethoden keine theoretisch richtigen Lösungen liefern. Eine zweite Methode stützt sich auf Gleichung 2); es wird bei den entsprechenden Apparaten der Radius der Scheibe constant gehalten und v soll dann durch den entsprechenden Werth der Winkelgeschwindigkeit ω gemessen werden. Da zum Messen von ω aber die geeigneten Mittel nicht zu Gebote stehen, so werden alle auf dieser Basis aufgebauten Instrumente nur empirische Lösungen zulassen.

Bei der ersten Methode wird der Weg oder die Zeit gemessen und daraus indirect die Geschwindigkeit abgeleitet. Bei den Constructionen der zweiten Methode ist es fast ausschliesslich die Centrifugalkraft, auf deren Anwendung die Geschwindigkeitsmesser beruhen. Stellt man an einen theoretisch richtig construirten Geschwindigkeitsmesser als Grundbedingung die Anforderung, dass der verschiebliche Theil des Instruments (Zeiger oder Schreibstift) sich selbstthätig in eine der zu messenden Geschwindigkeit direct proportionale Entfernung von dem der Geschwindigkeit Null entsprechenden Anfangspunkt einstellt, so entsprechen die nach der zweiten Methode construirten Centrifugaltachometer den gestellten Anforderungen nicht. Für diese Instru-

mente kann eine aequidistant getheilte Scale zum directen Ablesen der Geschwindigkeiten nicht benutzt werden.

Die Verfasser hatten sich die Aufgabe gestellt, eine Methode zu finden, welche es ermöglicht, die Geschwindigkeit als Function der Zeit aufzuzeichnen. Unter Berücksichtigung obiger beiden Gleichungen blieb nur noch der eine Weg übrig, die Winkelgeschwindigkeit ω constant zu halten und v durch den variablen Halbmesser r der Scheibe zu messen. Da der Werth r mit grosser Genauigkeit bestimmt werden kann, so werden die auf dieses Princip hin construirten Apparate richtige Lösungen des Problems der directen Geschwindigkeitsmessungen liefern können.[1])

Die von den Autoren angegebene Construction ist folgende: Eine vollkommen ebene Scheibe A (Fig. 1) wird durch ein in dem Kasten B enthaltenes Uhrwerk mit gleichförmiger Geschwindigkeit ω um ihre verticalstehende Axe CC gedreht. Parallel zur Scheibe A ist eine Schraubenspindel S bei D und E unverschieblich so gelagert, dass ihre Axe genau durch CC hindurchgeht. Auf der Spindel sitzt eine leicht bewegliche Mutter, die gleichzeitig die Nabe der die Scheibe A berührenden Indicatorrolle G vom Halbmesser ϱ bildet. Befindet sich letztere in der Entfernung r von der Axe CC, so wird ihr von der Scheibe A eine Rotations-Geschwindigkeit $\Omega = \frac{r\omega}{\varrho}$ ertheilt; dreht sich die Spindel S, auf welche die zu messende fortschreitende oder Winkelgeschwindigkeit in passender Weise übertragen wird, mit gleicher Geschwindigkeit, so findet eine Verschiebung von G gegen S nicht statt; ist dagegen die Drehungsgeschwindigkeit von S kleiner oder grösser als die der Rolle G, so wird letztere durch die entstehende relative Verdrehung gegen S der Axe CC genähert oder davon entfernt. Damit wird in dem Ausdrucke $\frac{r\omega}{\varrho}$ der Werth r so lange kleiner oder grösser, bis die Winkelgeschwindigkeit Ω der Rolle wieder gleich derjenigen der Schraubenspindel geworden ist. Daraus geht unmittelbar hervor, dass der Werth r proportional der zu messenden Geschwindigkeit wird.

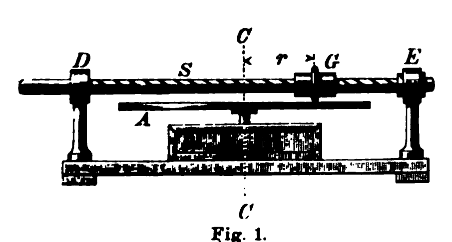


Fig. 1.

Verbindet man mit der Indicatorrolle in entsprechender Weise einen Zeiger oder benutzt man die Rolle selbst als Zeiger, so kann man an einer aequidistant getheilten Scale, welche zur Leitspindel F selbst parallel angebracht ist, die in einer beliebigen Einheit geforderte Geschwindigkeit ablesen. Der Nullpunkt der Theilung entspricht dem Mittelpunkt der Scheibe; dieser wird zum Berührungspunkte, sobald die Leitspindel steht, also $v = 0$ ist. Aendert sich der Drehungssinn der Spindel, so bewegt sich G über Null hinaus nach der anderen Seite der Scheibe.

Ausser dieser directen Ablesung für v kann man auch die Geschwindigkeitscurve direct durch einen mit G verbundenen Schreiber auf einem vorübergeführten Papierstreifen aufzeichnen lassen. Der Papierstreifen kann durch das die Scheibe A in Bewegung setzende Uhrwerk mit getrieben werden. Erwähnt mag hier werden, dass an Stelle der Scheibe A auch ein Rotationskegel in Anwendung kommen kann, dessen Spitze mit

[1]) Das hier zu Grunde liegende Princip ist jedenfalls nicht neu. Im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift haben wir S. 438 bereits die Beschreibung eines den Herren Campbell und Goolden patentirten Apparates gebracht, der auf genau demselben Principe beruht. Ausserdem aber erinnern wir uns auf das Bestimmteste, bereits Anfang der 70er Jahre ein der obigen Figur 1 sehr nahe entsprechendes Modell gesehen zu haben, bei welchem die Scheibe A von unten her durch eine Feder gegen die Rolle gedrückt und dadurch in sicherer Berührung erhalten wurde. Leider vermögen wir nicht mehr anzugeben, von wem dasselbe herrührte, oder wo etwas darüber publicirt ist, werden aber auf den Gegenstand zurückkommen, falls es uns noch gelingt, eine diesbezügliche Quelle aufzufinden. D. Red.

dem Anfangspunkt zusammenfällt. Die Leitspindel F muss dann parallel zu einer Erzeugenden des Kegels gelagert werden.

Eine wichtige Eigenschaft dieses Apparates ist noch darin zu suchen, dass mit einem und demselben Instrumente gleichzeitig zwei verschiedene Geschwindigkeiten gemessen und registrirt werden können, zu welchem Zwecke zwei in getrennten Rahmen gelagerte Spindeln S_1 und S_2 (Fig. 2), jede mit einer Indicatorrolle versehen, angewandt werden. Die mit diesen verbundenen Schreibstifte verzeichnen dann jeder getrennt die entsprechende Geschwindigkeitscurve.



Fig. 2.

Die Dimensionen der einzelnen Theile des Apparates werden durch die damit zu erreichenden Zwecke bedingt. Bei stark variirenden Geschwindigkeiten empfiehlt es sich, die Winkelgeschwindigkeit der Scheibe A zu vergrössern. Die Empfindlichkeit des Apparates, worunter man die Schnelligkeit versteht, mit welcher die Gleitrolle bezüglich ihrer Längsverschiebung den Geschwindigkeitsänderungen folgt, wird durch Vergrösserung der Ganghöhe der Schraube und durch Verminderung des Rollendurchmessers erhöht.

Bei der Construction ist darauf zu achten, dass die präcises Functioniren beeinträchtigenden Hemmungen möglichst beseitigt werden. Die rollende Reibung zwischen Rolle und Scheibe ist verschwindend klein; ein Gleiten an dieser Stelle findet nicht statt. Der Einfluss der gleitenden Reibung zwischen Nabe und Spindel ist durch den ausführenden Mechaniker auf ein möglichst geringes Maass herabzudrücken. Der die Rotation der Scheibe hemmende Widerstand ist variabel, abhängig von der Entfernung des Berührungspunktes und von der Raschheit der Verschiebung der Rolle, jedoch unter allen Umständen gering, so dass der hieraus sich ergebende Fehler die erforderliche Genauigkeit nicht wesentlich beeinflussen dürfte. *Wr.*

Neu erschienene Bücher.

Die Elektricität im Dienste der Menschheit. Von Dr. A. Ritter von Urbanitzky. 1092 S. mit 830 Illustrationen. Wien 1884. A. Hartleben. In 22 Lieferungen à 0,60 Mark.

Bei dem ungeheuren Aufschwung, den die Elektrotechnik in jüngster Zeit macht, ist ein das ganze Gebiet dieses Faches umfassendes, leicht und verständlich geschriebenes Buch ein dringendes Erforderniss. Das vorliegende Werk sucht dieses Bedürfniss zu befriedigen. Das Buch zerfällt in zwei Hauptabtheilungen. Die erste Abtheilung führt den Leser so weit in die physikalische Theorie ein, als zum Verständniss der eigentlichen Elektrotechnik erforderlich ist; sie beginnt mit einem Rückblick auf die Geschichte der Lehre von der Elektricität und dem Magnetismus; hierauf folgen in einfacher, klarer Darstellung die wichtigsten Lehren aus dem Gebiete dieser beiden Zweige der Physik. Die zweite Abtheilung behandelt die moderne Elektrotechnik. Auf eine Schilderung der historischen Entwicklung dieses Gebietes folgen die Elektricitätsgeneratoren, die Regulirung und Vertheilung der Ströme, Leitung und Registrirung, und endlich die praktischen Anwendungen. Von diesen wird zunächst die elektrische Beleuchtung behandelt, dann in besonderes Ausführlichkeit die Elektrochemie und Elektrometallurgie, Galvanoplastik, elektrische Kraftübertragung, Telephonie und endlich die Telegraphie.

Das Buch ist leicht und verständlich gehalten und zur raschen Orientirung sehr geeignet. Zahlreiche (830) in den Text eingestreute Illustrationen unterstützen das Verständniss wesentlich. Sehr angenehm ist die Ausführlichkeit des Registers, welche die Benutzung des Werkes zum Nachschlagen erheblich erleichtert. Wir können das Werk bestens empfehlen. *W.*

Technisch-Chemisches Jahrbuch 1883—84. Von Dr. E. Biedermann. Sechster Jahrgang. Berlin 1885. Julius Springer. M. 12,00.

Der neu erschienene Jahrgang weist wieder die bekannten Vorzüge dieses trefflichen Werkes auf. Zu wünschen bleibt, dass die statistischen Angaben sich nicht fast ausschliesslich auf das Deutsche Reich beschränken; dafür könnte die Besprechung einiger Abhandlungen von rein wissenschaftlichem Interesse (z. B. im Abschnitte über die Alkaloide) wegbleiben. Auch das Capitel „Bücherschau" enthält recht vieles, was mit der technischen Chemie nichts zu thun hat. Die im Abschnitte „Apparate" getroffene Auswahl ist nicht immer eine glückliche. Im Uebrigen ist der Stoff übersichtlich und recht vollständig bearbeitet, wenn auch die dem Patentblatt entnommenen Zeichnungen häufig zu wünschen übrig lassen. Das Buch wird daher allen, die sich für die Fortschritte der chemischen Technik interessiren, gute Dienste leisten. *Wgsch.*

W. Schmidt. Beschreibung eines Telluriums. Wien, Hölzel. M. 0,40.

R. E. Day. Exercises in Electrical and Magnetic Measurement. New edit. 200 S. London, Longmans. 3 sh 6 d.

Th. Häbler. Zur Bestimmung der Intensität des Erdmagnetismus. Jena, Deistung. M. 0,60.

F. Hohmann. Das Linear-Roll-Planimeter (System Hohmann-Coradi). Erlangen, Deichert. M. 1,00.

E. Fleischl. Die doppelte Brechung des Lichtes in Flüssigkeiten. Wien, Gerolds Sohn. M. 0,35.

St. Pagliani u. L. Palazzo. Sulle compressibilità dei liquidi (Sep.-Abdr. aus den Atti dei Lincei in Rom). Turin, Loescher. 3 fr.

M. Cantor. Ueber den sogenannten Sept der ägyptischen Mathematiker. Wien, Gerolds Sohn. M. 0,20.

E. Lindemann. Helligkeitsmessungen der Plejadensterne. St. Petersburg (Leipzig, Voss). M. 0,80.

W. Thomson. Mathematical and Physical Papers collected from different Scientific Periodicals from May 1841 to the Present Time. Vol. 2. 410 S. London, Cambridge Warehouse. 15 sh.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Bezugnehmend auf den Vereinsbericht im vorigen Heft dieser Zeitschrift drucken wir im Interesse der Sache das von dem Vorstande der Gesellschaft betreffs der Errichtung einer Tagesklasse für Mechaniker an der Berliner Handwerkerschule versandte Circular nachstehend ab und bitten namentlich die ausserhalb Berlins wohnenden Mitglieder der Gesellschaft um weiteste Verbreitung des Inhalts:

Im Anschluss an die bisher bereits an der Berliner Handwerkerschule bestehenden Abend- und Sonntags-Curse für Mechaniker soll vom April dieses Jahres ab eine Tagesklasse eingerichtet werden, um jungen Mechanikern Gelegenheit zu geben, eine

weitergehende theoretische Ausbildung zu erlangen, als ihnen in der Regel bisher möglich war.

Während in den bisher bestehenden Abend- und Sonntags-Cursen Mathematik, Physik, Mechanik und Zeichnen nur in sehr beschränktem Umfange gelehrt und geübt werden konnte, weil die praktische Thätigkeit in der Werkstatt nur eine knapp bemessene Zeit für den Unterricht übrig liess, soll die Tagesklasse ihre Schüler umfassender ausbilden und weiter führen. Hier sollen die für den praktischen Mechaniker erforderlichen theoretischen Kenntnisse, sowie die nöthige Fertigkeit im Fachzeichnen und im Entwerfen von Constructionen zu gewinnen sein. Die Abend- und Sonntags-Curse bleiben nach wie vor in bisheriger Weise bestehen und werden stets eine angemessene Vorstufe für den Eintritt in die Tagesklasse bieten.

Für die Aufnahme in die Tagesklasse wird an Vorbildung gefordert:

In der Algebra: Sicherheit im Lösen von Gleichungen 1. Grades mit einer und mehreren Unbekannten und im Lösen von einfachen Aufgaben der Buchstaben-Rechnung, Geübtsein im Rechnen mit Potenzen und Wurzeln und im Lösen von Gleichungen 2. Grades;

in der Geometrie: Kenntniss der ebenen und der Elemente der körperlichen Geometrie;

in dem Freihandzeichnen: Fähigkeit, einfache Gegenstände nach der Wirklichkeit im Umriss richtig zu zeichnen;

in dem Zirkelzeichnen: Geübtsein im correcten Gebrauch von Zirkel und Ziehfeder, im verständnissvollen geometrischen Darstellen ebener Figuren und im Projectionszeichnen nach einfachen Körpern.

Die Lehrgegenstände in der Tagesklasse werden sein:

1. Mathematik	5	Stunden wöchentlich
2. Physik	5	„ „
3. Mathematisch-physikalische Uebungen	2	„ „
4. Mechanik	4	„ „
5. Instrumentenkunde	4	„ „
6. Mechanische Technologie	2	„ „
7. Entwerfen von Instrumententheilen und von Instrumenten	14	„ „
zusammen	36	Stunden wöchentlich.

Ueber den Umfang, in welchem die einzelnen Unterrichtsfächer behandelt werden, gilt Folgendes:

1. Mathematik. Wiederholung der wichtigsten Gesetze der Algebra und der ebenen Geometrie beim Lösen von fachlich wichtigen Aufgaben; Einübung der Berechnung von Oberfläche und Inhalt der für Mechaniker wesentlich in Betracht kommenden einfachen und complicirten Körper; Anwendung der Trigonometrie auf die Berechnung ebener Figuren.

2. Experimental-Physik. Behandlung der verschiedenen Zweige der Physik, mit besonderem Eingehen auf die Lehre von der Wärme, der Optik, der Akustik und der Elektricität, wobei die einschlägigen physikalischen Apparate vorgezeigt und auf ihre zweckmässige Einrichtung hingewiesen werden wird.

3. Mathematisch-physikalische Uebungen. Rechnerische Lösung wichtiger physikalischer Aufgaben aus dem Fachgebiete des Mechanikers.

3. Mechanik. Vorführung der Gesetze für das Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften und für das Gleichgewicht derselben an den einfachen Maschinen. Erläuterung der Gesetze für die Bewegung. Näheres Eingehen auf die Festigkeitslehre und Besprechung einiger Gesetze der Mechanik flüssiger und luftförmiger Körper.

5. Instrumentenkunde. Auf die Lehre von den Elementen der Mess- und Experimentirinstrumente (Schraube, Mikrometer, Nonius, Spiegel, Prisma, Libelle, Lupe, Fernrohr, Mikroskop, Polarisator u. s. w.) folgt die Vorführung der wichtigsten Typen von Mess- und Experimentir-Instrumenten aus den verschiedensten Gebieten der exacten Wissenschaften (Waage, Barometer, Thermometer, Theilmaschine, Kathetometer, Luftpumpe, Heliostat, Spectralapparat, Polarisationsinstrument. geodätische Instrumente, magnetisches Inclinatorium und Declinatorium, Coulomb'sche Drehwaage, Sinus- und Tangenten-Bussole, Spiegelgalvanometer, Typen von Registririnstrumenten).

6. Mechanische Technologie. Erläuterung der Theorie der wichtigsten mechanischen Arbeiten und der für dieselben nöthigen Werkzeuge und Maschinen. (Das Hämmern, Härten, Dehnen, Stauchen, Drücken, Stanzen, Walzen, Drahtziehen, Drehen, Reissen, Fraisen, Bohren, Feilen, Sägen, Gewindeschneiden, Graviren, Schleifen u. s. w.) Die Bearbeitung durch Hitze (Härten, Anlassen, Löthen). Das Kitten, Kleben und Leimen. Das Aufziehen von Papier. Die Befestigung von Seiden- und Spinngewebefäden. Die Herstellung einiger Säuren und Salze. Das Feinmachen (Beizen, Schwärzen, Brennen, Poliren von Metallen, Hartgummi u. s. w., Versilbern, Vernickeln u. dgl.). Das Bearbeiten von Glas und Stahl. Die Herstellung einiger besonderer Gegenstände, z. B. Federn, genaue Schrauben, genaue Cylinder, Magnete u. s. f.

7. Entwerfen von Instrumententheilen und von Instrumenten. Zeichnen von typischen Instrumententheilen nach Modellen und selbständigen Entwürfen. Selbständiges Entwerfen von Instrumenten und Apparaten aus den einschlägigen wissenschaftlichen und technischen Gebieten, sowie von Hilfsapparaten, welche in der mechanischen Technik selbst Verwendung finden.

Da der Unterricht möglichst als Einzelunterricht behandelt wird, können durch den Besuch der Tagesklasse auch diejenigen Mechaniker, welche eine weiter gehende Vorbildung als die unbedingt erforderte mitbringen, gehörig gefördert werden.

Der Cursus ist ein halbjähriger. Am Schlusse des Halbjahres erhält jeder Theilnehmer ein Zeugniss. Die Unterrichtszeit fällt auf die Wochentage innerhalb der Zeit von 7 bis 2 Uhr täglich. Der Unterricht beginnt am 9. April d. J. Das Schulgeld beträgt für das Halbjahr M. 60. Bedürftigen kann das Curatorium Freistellen gewähren. Anmeldungen von hiesigen und auswärtigen Mechanikern nimmt der unterzeichnete Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, Mechaniker R. Fuess, Berlin SW., Alte Jacobstrasse 108, entgegen, und da es im Interesse unseres Faches wünschenswerth ist, dass diese neue von den städtischen Behörden geplante Einrichtung wirklich in's Leben tritt, so werden die sämmtlichen Fachgenossen dringend ersucht, dem vorstehenden Circular möglichst weite Verbreitung unter den jüngeren Gehilfen und Lehrlingen zu verschaffen.

Berlin, im Februar 1885.

Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.
Der Vorsitzende *R. Fuess.*

Sitzung vom 3. Februar 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr P. Stückrath, Vorsitzender der Gruppe VII der diesjährigen Ausstellung von Arbeiten Berliner Lehrlinge macht einige Mittheilungen über diese Ausstellung.

Dieselbe wird vom 10. bis 26. Mai d. J. im Ausstellungspark stattfinden. 400 ausstellende Lehrlinge sind bereits angemeldet. Mechaniker und Verfertiger chirurgischer Instrumente werden zusammen die Gruppe VII bilden. Preise sind ausgesetzt vom Staat, Magistrat, aus dem Ueberschuss-Fonds der Gewerbe-Ausstellung von 1879, von mehreren Vereinen, sowie zu Prämien eine grosse Anzahl von Büchern. Herr Stückrath bittet um zahlreiche Betheiligung seitens der Mechaniker. — Die Gesellschaft setzt eine Commission ein, welche die ausstellenden Lehrlinge bei ihren Arbeiten zu überwachen hat, und wählt zu Mitgliedern dieser Commission die Herren Bamberg, Dörfer, Färber, Wegner, Nöhden, Hanke, Polack, Sokol, Blankenburg, Wanschaff, Heele und Häcke.

Das Kaiserl. Reichs-Versicherungsamt hat zu einer am 6. Februar d. J. stattfindenden Sitzung eingeladen, behufs Beschlussfassung über die Bildung einer das Gebiet des Reichs umfassenden Berufsgenossenschaft für die Nähmaschinen-Industrie und verwandte Fabrikationszweige, insbesondere Nähnadel-Fabrikation, Verfertigung von Nadler- und Drahtwaaren, einschliesslich Drahtgewebe, Büchsenmacherei, Gewehrfabrikation, Schrauben- und Façondreherei, Uhrmacherei, sowie Anfertigung mathematischer, physikalischer, chemischer und chirurgischer Instrumente und Apparate. Die Mitglieder der Gesellschaft werden zu zahlreichem Erscheinen aufgefordert, damit die Interessen der Mechaniker möglichst gut vertreten werden.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

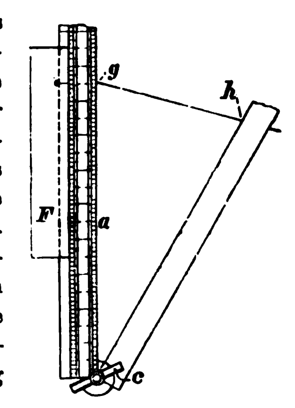
Die oben erwähnte Sitzung hat am 6. Februar stattgefunden und zur Bildung der genannten Berufsgenossenschaft geführt. Eine zweite Sitzung zur definitiven Beschlussfassung der Statuten wird im Laufe des März stattfinden. Die Mechaniker werden dringend aufgefordert, zu derselben zu erscheinen. Auswärtige Mechaniker, welche zu dieser Sitzung nicht nach Berlin kommen können, werden gebeten, sich durch einen hiesigen Fachgenossen vertreten zu lassen.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerungen an mathematischen Theilinstrumenten. Von F. Ph. Marks in London. No. 28799 vom 20. April 1884.

Der mit Theilung versehene Schenkel *a* des Instruments ist durch Nut und Prisma verschiebbar beweglich mit der Gleitschiene *F* verbunden. Will man eine gegebene Linie *g h* in eine Anzahl Theile eintheilen, so werden die Schenkel geöffnet, bis der entsprechende Theilstrich auf dem einen Schenkel *a* mit dem Endpunkt *g* der Linie *g h* zusammenfällt und die innere Kante des anderen Schenkels durch den Anfangspunkt *h* geht, worauf die Schenkel durch Anziehen der Schraube *c* festgestellt werden. Mit der einen Hand hält man dann die Schiene *F* fest und verschiebt das Instrument um die Einheit der Theilung, markirt den Schnittpunkt der inneren Kante des freien Schenkels mit der Linie und fährt mit dem Verschieben bis zur Null der Scale fort. — Sollte man nicht dieselbe Genauigkeit schneller ohne Anwendung des Apparates erzielen?

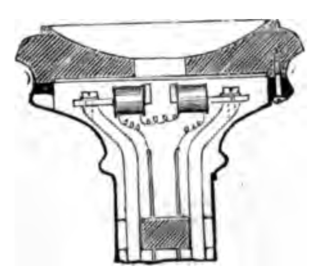


Vorrichtung zum Theilen von Linien und zum Logarithmen-Rechnen. Von F. Merl in Speyer. No. 28793 vom 8. April 1884.

Das Instrument beruht auf genau demselben Princip wie das soeben beschriebene und unterscheidet sich von jenem nur durch eine etwas complicirtere Ausführung, die aber die Anwendung schwerlich bequemer zu machen geeignet sein dürfte.

Das Lineal CB ist mit dem Lineal CA charnierartig verbunden und hat auf seiner unteren Seite links eine Marke, welche bei Beginn der Operation auf den Nullpunkt des dritten Lineals FG, an welchem sich das zweite verschieben lässt, eingestellt wird.

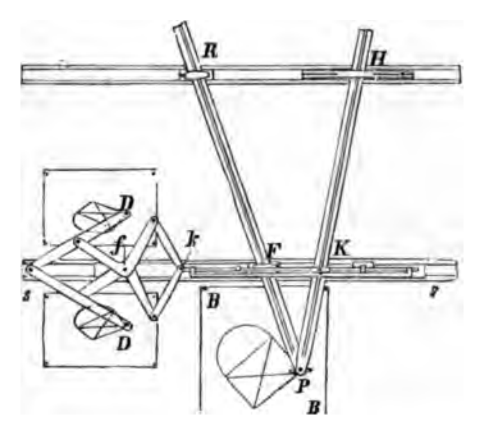
Ist nun eine gegebene Linie, AB z. B., in drei Theile zu theilen, welche sich verhalten wie x : y : z, so legt man den Apparat so, dass das Lineal CB mit demjenigen Theilpunkt, welcher der Summe x + y + z entspricht, an dem einen Endpunkt B der Linie AB anliegt, worauf man den Schenkel CA so dreht, dass dessen innere Kante durch den Punkt A hindurchgeht. Alsdann schiebt man das System $A\ C\ B$ so an der Theilung des dritten Lineals von links nach rechts, dass die oben erwähnte Marke zunächst auf den Theilstrich gleich der Entfernung x und dann auf den gleich der Entfernung x + y zeigt und zieht nach jeder Verschiebung am Lineal CA einen Strich durch AB. Die Durchschnittspunkte geben die gewünschten Proportionaltheile. Da der Scheitel C des Winkels ACB möglichst zugänglich sein soll, so wird das Charnier entweder entsprechend ausgeschnitten oder es kommt an das Ende des drehbaren Schenkels ein dort drehbares viertes Lineal, welches an seinem anderen Ende von der Bremsschraube E durch einen Schlitz so geführt wird, dass dessen untere gerade Kante stets durch den Anfang der Theilung des zweiten Schenkels geht. Mit dem Schenkel AC kann noch ein Plättchen verbunden werden, welches eine graphische Logarithmentafel enthält.



Anordnung der Polschuhe bei Telephonen. Von Mix & Genest in Berlin. No. 29097 vom 29. November 1883.

Die Polschuhe des Hufeisenmagneten sind von Inductionsspulen umgeben, deren Axen parallel zur Membran liegen und auf den Magnetschenkeln mittels Schlitzes und Schrauben verschiebbar befestigt sind, so dass sie auf ein Minimum einander genähert werden können.

Instrument zur mechanischen Herstellung perspectivischer Bilder aus geometrischen Figuren, sowie umgekehrt zur Entwicklung der letzteren aus perspectivischen Ansichten. Von H. Ritter in Frankfurt a. M. No. 29002 vom 13. October 1883.



Mittels Stift P wird die auf dem Blatte B befindliche Originalzeichnung nachgefahren. Dabei schieben sich die beiden durch ein Gelenkstück verbundenen Lineale PR und PH in den festen, aber verstellbaren Drehpunkten R und H, sowie in den auf der Leitschiene s sich bewegenden Punkten F und K. Der Drehpunkt f ist mit F, k mit K verbunden; f und k sind ebenfalls auf der Schiene s beweglich. D beschreibt das gesuchte perspectivische Bild der ebenen Figur. Um körperliche Gegenstände, z. B. ein Gebäude, aus vorhandenen Grundrissen oder Ansichten perspectivisch darzustellen, wird das Gebäude in ebenen Schichten, entweder in horizontalen Grundrissschichten oder senkrechten Façadenschichten oder auch in beliebig schrägen Schichten mittels Apparat gezeichnet und die Verbindungslinien dieser Schichten werden ohne Apparat eingezeichnet.

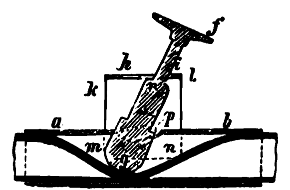
Die Rückwärtsconstruction, d. i. des geometrischen Bildes aus dem perspectivischen, ist dem ersteren Verfahren analog.

Neuerungen an Inductoren zur Erzeugung secundärer Ströme von verschiedener Stärke für die Vertheilung der elektrischen Kraft. Von L. Gaulard und J. D. Gibbs in London. No. 28947 vom 12. März 1884.

Kupferscheiben von $^1/_3$ mm Dicke, welche mit Ohren A und B versehen sind, werden um einen Pappcylinder von ungefähr 5 cm Durchmesser aufeinandergeschichtet und durch volle Scheiben aus paraffinirter Pappe von einander isolirt.

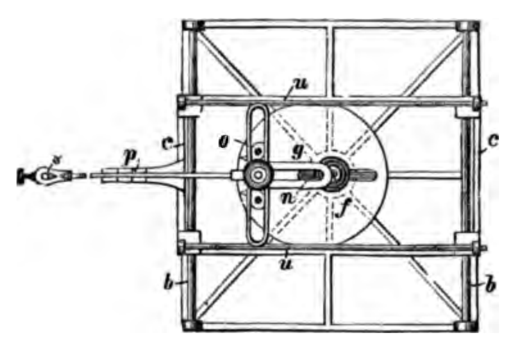
Je die 1., 3., 5. u. s. f., sowie die 2., 4., 6., 8. dieser Kupferscheiben werden mittels ihrer Ohren $A\,B$ durch Löthen oder Nieten unter einander verbunden, so dass zwei ununterbrochene Leitungen entstehen, deren eine die primäre und deren andere die secundäre (inducirte) Leitung darstellt. Durch Zerlegung dieser Leitungen in einzelne Abtheilungen lassen sich secundäre Ströme von veränderlicher Stärke gewinnen.

Quetschhahn. Von W. Elges in Berlin. No. 28631 v. 10. April 1884.



Der im Schlitz $h\,i$ lose bewegliche und bei p durch das Rohr $a\,b$ geführte Stempel $g\,e\,f$ dient zur Zupressung des Schlauches. In einer Abänderung ist am Stiel $e\,f$ ein elastisches Glied, und zur Druckregulirung eine Verschraubung an dem Rahmen $k\,l\,m\,n$ angebracht.

Instrument zum Beschreiben von Ellipsen und Kreisen. Von L. Abbott in Cambridge, Mass. No. 28638 vom 1. April 1884.



Bei der Drehung der um den Zapfen f drehbaren Scheibe g wird Rahmen c, welcher auf den Stäben b und Bleistiftarm o, welcher durch p und u im Rahmen c geführt wird, gleichzeitig gradlinig verschoben, wobei der Stift s eine Ellipse beschreibt. Der Drehzapfen f ist vom Mittelpunkt der Scheibe g aus in einem Schlitz n verstellbar.

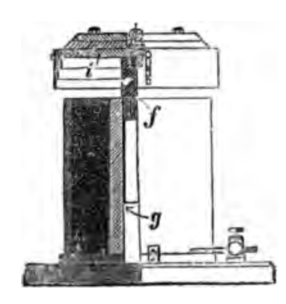
Mikrophon. Von M. Tenzer in Spandau. No. 28444 vom 2. Decbr. 1883.

An Stelle kleiner Contacte sind bei dem vorliegenden Mikrophon durch den fest an der Membran aa angebrachten Kohlencylinder b und durch die sich an letzteren anlegende Kohlenwalze c breite Contactflächen geschaffen.

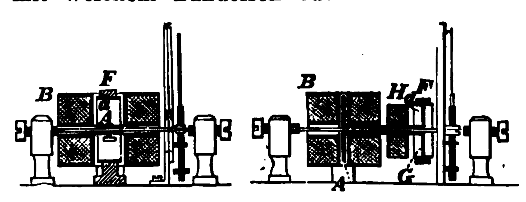
Um eine grössere Dichtigkeit der Anlage der Kohlenwalze c an dem Kohlencylinder b zu erzielen, ist das Gewicht der ersteren durch die beiden seitlich angebrachten, über die Mantelfläche der Kohlenwalze c etwas überstehenden Metallscheiben $d\,d$, sowie durch einen diese beiden Scheiben verbindenden, in der Mitte der Kohlenwalze c festgelagerten Dorn erhöht. Damit aber gleichzeitig die Kohlenwalze c den Bewegungen des Kohlencylinders b leicht folgen kann, sind die Ränder der Metallscheiben $d\,d$ messerartig zugeschärft und haben dadurch nur in einem Punkte Anlage an der dem Kohlencylinder b gegenüberliegenden schalenförmig gebogenen Hartgummiplatte f.

Der Bock g dient als Träger der Hartgummiplatte f und schützt gleichzeitig durch die Metallplatte h die Kohlenwalze b vor dem seitlichen Herabfallen.

Neuerungen an Kern- und Armatur-Constructionen von Elektromagneten. Von J. A. Timmis in London. No. 27041 vom 2. Sept. 1883.



Die Neuerungen, welche sich auf sogenannte Glockenmagnete beziehen, bestehen in der Anordnung einer centralen Stange *f* aus weichem Eisen, die in eine Messinglage gepackt ist, so dass ein Anhaften von *f* nicht stattfinden kann, dagegen ein nicht zu loses und nicht zu festes Auf- und Abbewegen ermöglicht wird, in Verbindung mit einer Deckplatte *i*, die mit einem ein- oder mehrtheiligen Rande aus drei treppenförmig auf einander gelegten dünnen Eisenplatten so umkleidet ist, dass die magnetische Wirkung des äusseren Cylinders erst auf den Rand und dadurch sich weiter auf die Armaturplatte *i* ausdehnen kann.



Ansaugevorrichtung für Flüssigkeitsheber. Von J. P. y Moré in Barcelona, Spanien. No. 28721 vom 28. März 1884.

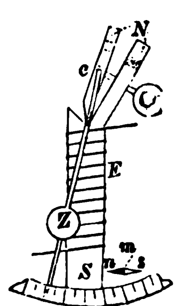
Das Ansaugen des Hebers *A* geschieht durch Einblasen von Luft oder Dampf mittels der Röhre *B*.

Dämpfungs-Einrichtung bei Galvanometern. Von E. Boussu in Biella, Italien No. 28926 vom 15. Januar 1884.

Um die unnöthigen Schwingungen der Nadel aufzuheben und ein schnelles Ablesen der Stärke des zu messenden Stromes zu erzielen, ist zwischen den Spulen *B* um die Nadel *A* ein Bronce- oder Messingring *F* angeordnet, dessen innere Fläche mit weichem Bandeisen oder Eisendrahtwindungen *a* bekleidet ist. Dieser Ring *F* kann auch ausserhalb der Hauptspulen *B* angeordnet werden und zwar über einer Weicheisenscheibe *G*, die durch ein Eisenrohr mit der ebenfalls aus Weicheisen bestehenden Nadel *A* zu einem Ganzen verbunden ist. Eine besondere Spule *H* magnetisirt nun Nadel *A* und Scheibe *G*, so dass *A* den einen und *G* den anderen Pol bildet.

Apparat zum Anzeigen der Stärke bezw. Spannung eines elektrischen Stromes (Stromzeiger, Spannungszeiger). Von Siemens & Halske in Berlin. No. 28953 vom 30. März 1884.

Die Stromstärke oder die Spannung des Stromes wird durch die Abstossung zweier Eisenstücke gemessen, welche durch den zu messenden Strom beide gleichartig polarisirt werden.



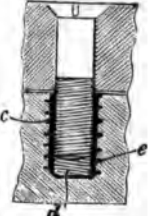
Der Eisenkern *E*, welcher von einer Magnetisirungsspirale umgeben ist, trägt an seinem oberen Ende eine schräg angesetzte Eisenplatte *N*; auf dieser steht mit einer messerartigen Schneide eine andere Eisenplatte *e*, welche durch magnetische Abstossung von der festen Platte entfernt wird. Die bewegliche Platte strebt, durch die Wirkung eines Gewichtes *G*, welches, um die Empfindlichkeit zu reguliren, verschiebbar angebracht ist, in die Ruhelage zurückzukehren und nimmt bei dem Magnetisiren eine der Stärke der Abstossung entsprechende Stellung ein; diese wird mittels eines Zeigers *Z*, welchen die bewegliche Platte trägt, auf einer empirisch nach Ampère bezw. Volt getheilten Scale abgelesen. Da der remanente Magnetismus eine, wenn auch nur geringe Aenderung in der Stellung der beweglichen Platte herbeiführen kann, so ist ein kleiner permanenter Magnet *m* in der Nähe der Magnetisirungsspirale angebracht, damit man aus dessen Stellung erkennen kann, ob der elektrische Strom in der richtigen Weise durch den Apparat geht, oder ob man die Zuleitungsdrähte umzuwechseln hat.

Feile mit zerlegbarer Schnittfläche zum Schärfen durch Schleifen. Von L. Möller in Dresden. No. 27846 vom 1. Januar 1884.



Die gerippten Stahlplatten *a* werden zur Herstellung der Feile und zum Schleifen derselben in die mit einer schwalbenschwanzförmigen Nut versehene Deckplatte *bc* eingesetzt und durch eine am Griff angebrachte Druckschraube aneinandergepresst.

Einschraube-Muttern. Von E. Ritter in Ehrenfeld bei Köln a. Rh. No. 28254 vom 26. Februar 1884.

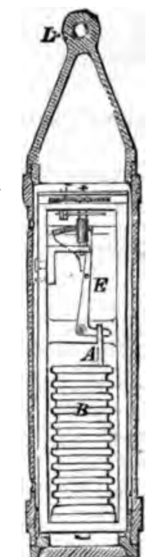


Die Einschraube-Muttern bestehen aus einer Büchse *c* mit Befestigungsgewinde *e*, Muttergewinde *d* und erforderlichenfalls einer Nut, in welche ein Befestigungsstift getrieben wird. Das Gewinde *e* kann cylindrisch oder kegelförmig sein; die Büchse *c* kann oben einen cylindrischen oder kegelförmigen Kopf haben.

Verfahren zur Herstellung transparenter Zeichnungen auf Leinwand. Von Ph H. Mandel in Astoria, New-York, V. St. A. No. 28779 v. 5. März 1884.

Eine Glasplatte wird mit einer lichtempfindlichen Schicht überzogen und mit der zu reproducirenden Zeichnung exponirt. Hierauf wird die exponirte Fläche mit Lampenruss überstrichen, mit verdünnter Salpetersäure gewaschen und mit einer Gelatinelösung überzogen, auf welche man, bevor sie trocknet, ein Blatt Pausleinwand presst. Nach dem Trocknen haftet die ganze Schicht an der Leinwand, so dass sie mit derselben von der Glasplatte abgezogen werden kann.

Neuerung an Lothapparaten. Von J. B. Hannay in Glasgow. No. 29081 vom 10. Mai 1884.



Der Wasserdruck wirkt auf das luftdicht verschlossene wellenförmige Gefäss *B*, wodurch eine Verkürzung desselben herbeigeführt wird, welche mittels des Winkelhebels *E* das Zeigerwerk in Bewegung setzt. Dasselbe ist mit einem Sperrwerk versehen, um den Zeiger in der Maximalstellung festzuhalten. *A* hat einen Schlitz, so dass sich *B* wieder ausdehnen kann, ohne auf den Winkelhebel zu drücken. Bei *L* wird die Lothleine befestigt.

Constantes galvanisches Element. Von G. Przibram, H. Scholz u. W. Wenzel in Wien. No. 28371 vom 6. Novbr. 1883.

In einem aus Glas oder anderem passenden Material hergestellten Gefäss befinden sich zwei concentrisch zu einander eingestellte poröse Gefässe oder Diaphragmen, so dass drei Abtheilungen oder Zellen gebildet werden. In der innersten Abtheilung, welche mit Salpetersäure gefüllt ist, befindet sich die positive Elektrode (Kohle oder Platin); die nächste Abtheilung ist nur bis etwas über die Hälfte mit Schwefelsäure gefüllt, um Raum zu lassen für die Volumenvermehrung, die hier durch das begierige Ansaugen der Salpetersäure einerseits und des Wassers andererseits stattfindet. In der dritten, mit einer Lösung von Kochsalz oder einer alkalischen Lösung gefüllten Abtheilung befindet sich die negative Elektrode (Zink).

Zur Erhöhung der Constanz des Elementes wird das innerste poröse Gefäss, welches die Salpetersäure von der Schwefelsäure trennt, etwas niedriger gehalten als das äussere, oder es wird mit Löchern oder Einschnitten am oberen Rande versehen, um beim Steigen des Schwefelsäureniveaus (das ein Sinken des Salpetersäureniveaus zur Folge hat, da die erstere von der letzteren begierig angesogen wird) ein Ueberlaufen dieses entstehenden Gemenges von Salpeter- und Schwefelsäure zur positiven Elektrode hervorzurufen. Hierdurch bleibt diese stets mit Säure in einem genügend hohen Niveaustand umgeben und die Wirkung des Elementes ist daher von sehr langer Dauer.

Haarröhrchen-Messapparat. Von J. E. Reinecker in Chemnitz. No. 29831 vom 8. Juni 1884.

Bei diesem Mess-Apparat ist die eine Messfläche als Endfläche eines beweglichen Schlittens ausgebildet, welcher beim Messen an eine mit Flüssigkeit gefüllte und mit Membran verschlossene Dose drückt und dadurch ein Steigen der Flüssigkeit in einem mit der Dose verbundenen engen Glasröhrchen bewirkt. (P. B. 1885 No. 1.)

Verfahren zum Ueberziehen von Metallen, Glas, Thonwaaren und Steinen mit Aluminium oder Aluminiumbronze. Von G. Gehring in Landshut, Bayern. No. 29891 vom 12. Mai 1883.

Eine Mischung von fettsaurer und harzsaurer Thonerde mit ätherischen Oelen und Aluminium bezw. Aluminiumbronzepulver wird auf die betreffenden Metalle u. s w. aufgetragen und durch Einbrennen befestigt. Der genannten Mischung kann auch noch Wismuthborat bezw. basisches Wismuthnitrat zugefügt werden. (1885 No. 1.)

Gewindeschneidkluppe. Von C. Flamme in Hof, Bayern. No. 29020 vom 10. Februar 1884.

Durch einen am Gehäuse aufgeschraubten Ring wird eine drehbare Platte festgehalten, welche mit Stiften in die Schneidbacken eingreift und bei Drehung eines Hebels letztere so weit zurückschiebt, dass die Kluppe von der geschnittenen Schraube abgehoben werden kann. Die Normalstellung der Backen wird durch einen Stift, welcher durch das Gehäuse hindurchgesteckt werden kann und in einen Ausschnitt des Backenvorschiebungsringes eingreift, fixirt. (1885 No. 1.)

Verfahren zur Darstellung dichter Kohle für elektrische und andere Zwecke. Von S. J. Coxeter und H. Nehmer in London, Graftonstreet East, Grafsch. Middlesex, England. No. 30042 vom 1. Juni 1884.

Das Verfahren besteht darin, dass man entweder Kohlenstoff für sich oder zusammen mit Mangansuperoxyd oder ähnlichen Körpern mit einem bezw. mehreren alkalischen Silicaten mischt, letztere innerhalb des Gemisches durch ein Ammoniaksalz oder eine geeignete Säure zersetzt, alsdann aus der Masse alles Wasserlösliche mit Wasser auszieht und dieselbe schliesslich trocknet. (1885 No. 2.)

Füllungsvorrichtung für galvanische Batterien. Von O. C. D. Ross in London. No. 29768 vom 24. Februar 1884. (1885 No. 4.)

Doppeltes Empfangs-Telephon. Von D. G. Barnard in Winslow, New-Yersey, V. St. A. No. 29777 vom 6. Mai 1884.

Bei diesem Empfangstelephon werden zwei auf Zapfen schwingende, unter sich und mit der Leitung in Verbindung stehende Diaphragmadosen von einer Gabel getragen, deren Zinken durch eine Feder so gegeneinander gedrückt werden, dass die Deckel der Dosen sich fest gegen beide Ohren des Hörenden anlegen, wodurch alle störenden Aussengeräusche abgehalten werden. (1885 No. 4.)

Mikrophon. Von W. Gillet in Flushing, Queens County, Newyork, V. St. A. No. 29850 vom 31. October 1883.

Die Schwingungen einer einzigen Membran eines Aufgabe-Instrumentes werden einer Anzahl primärer bezw. secundärer Stromkreise dadurch synchron mitgetheilt, dass eine an der Membran befestigte starre schalenförmige Scheibe die Schwingungen mittels Stiften an eine Anzahl Mikrophoncontacte synchron überträgt. (1885. No. 4.)

Verstellbare Lehre zur Bestimmung der gegenseitigen Lage von Bohrungen oder Punkten. Von V. Clairdent-Genot in Nouzon, Frankreich. No. 30181 vom 15. Juli 1884.

Eine Anzahl von Lamellen, welche mit Schlitzen versehen sind, werden durch Schrauben mit Flügelmuttern in einer gewählten gegenseitigen Lage verbunden und festgestellt. Die Köpfe dieser und anderer in die Schlitze eingesetzter Schrauben dienen als Punkte der Lehre. (1885. No. 4.)

Neuerung an Dynamometern. Von F. A. Gleason und J. H. Schwarz in Brooklyn, Newyork. No. 29812 vom 5. März 1884. (1885. No. 6.)

Neuerung an Apparaten zur Controle und Messung des Durchlaufs von Flüssigkeiten. Von F. B. Hill in New-Gross, County of Surrey. No. 30293 vom 18. Mai 1884. (1885. No. 7.)

Rechenmaschine. Von A. J. d'Azevedo Coutinho in Povoa de Lanhoso. No. 30421 vom 19. August 1884.

Der sehr dürftigen Beschreibung nach scheint es sich nur um eine Additionsmaschine zu handeln. (1885. No. 7.)

Für die Werkstatt.

Ueber das Härten und Anlassen der Arbeitsstähle. Techniker. *6.* S. 273.

Die Tragweite einer richtigen bezw. falschen Behandlung der Arbeitsstähle in Bezug auf Härten und Anlassen ist grösser, als gewöhnlich angenommen zu werden scheint. Der grössere oder geringere Verbrauch von Werkzeugstahl, der Zeitaufwand für Aufschmieden und Aufschleifen, ferner die Güte der Arbeit, endlich aber auch die zur Anfertigung des Arbeitsstückes erforderliche Zeit und somit der Preis der Waare, alles dies steht im engsten Zusammenhange mit dem Härteprocess. Trotz der Wichtigkeit des Gegenstandes und trotz der umfangreichen Literatur über denselben, sind aber fast in jeder Werkstatt die Ansichten über diesen Gegenstand verschieden. Vollkommen stricte Regeln lassen sich allerdings nicht geben, da der Process selbst von den verschiedensten Factoren abhängt, deren einflussreichster die verschiedenen Eigenschaften der verschiedenen Stahlsorten sind. Es lassen sich trotzdem bis zu gewissen Grenzen allgemein giltige Regeln aufstellen, wonach die Versuche systematisch angestellt werden können. Hierzu sollen die in Folgendem gemachten Angaben dienen.

Vorausgesetzt wird, dass der zu verwendende Stahl nicht beim Schmieden schon gelitten hat, wozu erforderlich ist, dass derselbe nicht über eine leichte Rothgluth hinaus erhitzt wird; beim Eintreten einer gelblichen Gluth hat er seine guten Eigenschaften bereits zum grössten Theil eingebüsst. Ist also der zu härtende Gegenstand völlig fehlerfrei aus der Schmiede hervorgegangen, so wird derselbe auf Rothgluth erhitzt und sodann in Wasser getaucht, woselbst er bis nach dem Erkalten verbleibt. Die hierdurch erreichte Härte ist die grösstmöglichste und es ist in diesem Zustande der Stahl nicht brauchbar; er wird deshalb wieder langsam erwärmt, wobei mit zunehmender Temperatur die Härte wieder nachlässt. Bei dieser allmähligen Wiedererhitzung nimmt die Oberfläche des Stahls verschiedene Farben an, vom hellen strohgelb durch dunkelgelb, rothbraun, purpurroth, blau und grün, welche letztere Farbe verschwindet, sobald die Rothgluth eintritt. Diese Anlassfarben dienen zur Beurtheilung der Härte, wobei allerdings zu bemerken ist, dass in Folge von begleitenden Umständen dieselbe Farbe nicht unbedingt immer denselben Hitzegrad repräsentirt; als nützlicher Wink mag dabei dienen, den Stahl heller zu lassen, wenn die Farben sich schnell zeigen; zu tieferen Farben lässt man an, wenn die Farben sich sehr langsam bilden.

Werkzeuge, welche nur an dem schneidenden Ende hart, sonst aber weich bleiben sollen, z. B. Bohrer, werden vortheilhaft in der folgenden Weise gehärtet und angelassen: Man erhitze den Stahl zur Rothgluth nur auf eine Länge gleich dem doppelten Durchmesser des Stahls, hierauf tauche man denselben in verticaler Richtung bis zu einem Drittel der erhitzten, rothglühenden Länge in Wasser, woselbst er möglich ruhig gehalten wird, bis der eingetauchte Theil erkaltet ist. Hierauf tauche man um ein zweites Drittel tiefer, lasse dieses Drittel jedoch nur halb abkühlen. Das letzte Drittel, das noch rothglühend ist, giebt seine Hitze an die abgekühlten Theile ab, die somit nach und nach die gewünschte Härte erhalten. Zur Beurtheilung dienen auch hier wieder die Farben. Hierbei ist zu beachten, dass der anzulassende Theil, sobald er aus dem Wasser gezogen ist, sofort mit einem Stück

Schmirgelpapier abgescheuert werden muss, damit die Farben deutlich hervortreten; über die so gescheuerte Fläche streicht man dann noch mit der Hand oder einem Lappen, da sonst die Farben trügen d. h. nicht die entsprechende Härte repräsentiren. Diese Methode ist gegenüber derjenigen, bei welcher nur der äusserste Rand des Werkzeuges eingetaucht wird, von grossem Vortheil, indem bei der letzten Methode die Anlassfarben als so schmale Streifen erscheinen, dass die richtige Härte der Schneidkante kaum beurtheilt werden kann; andererseits wird dieselbe auch schon bei einmaligem Aufschleifen aus demselben Grunde sich bereits geändert haben. Diese Nachtheile fallen bei der hier angegebenen Methode fort; die Farben erscheinen in ziemlich breiten Bändern, so dass eine Aenderung des Härtegrades durch allmähliges Abschleifen erst eintritt, wenn das Werkzeug überhaupt einer vollkommenen Aufarbeitung bedarf.

Für Drehstähle ist als Regel zu beachten, dass dicke, starke Stähle härter gelassen werden können als schlanke, da die Widerstandsfähigkeit des Stahls bei Abnahme der Härte zunimmt. Für leichte Werkzeuge empfiehlt sich die strohgelbe Farbe; für Stichstähle von geringer Breite wähle man tiefbraune Anlassfarbe; Schraubstähle können glashart sein.

Soll ein Stahl nur bis zu einer gewissen Länge glashart werden, so hat man darauf zu achten, dass der Uebergang von dem harten Theile zum weichen allmählig stattfinde, was man dadurch erreicht, dass man den erhitzten Stahl nicht ganz auf einmal in das Wasser taucht, sondern zunächst nur die gewünschte zu härtende Länge und sodann die anderen Theile allmählig folgen lässt. Ist an einer Stelle des Stahles eine stärkere, hervortretende Stelle, so härte man diese zuerst. Endlich ist noch zu erwähnen, dass es durchaus rathsam ist, lauwarmes Wasser, namentlich bei sehr schlanken Werkzeugen zu gebrauchen, da kaltes Wasser leicht ein Reissen des Stahles herbeiführt. *Wr.*

Kobalt-Bronce. Scientific American. *51.* S. 277.

Dass das reine, metallische Kobalt hämmerbar ist, ist schon seit langem bekannt, jedoch sind es erst einige Jahre her, dass man versucht hat, dasselbe in Platten zu walzen und, gleich den anderen Metallen, zu Nutzartikeln zu verarbeiten. Der Herstellungspreis des Kobalts ist im Vergleich zu den anderen Metallen ein zu hoher und widersetzt sich der allgemeinen Verwendung. Wiggin in Birmingham hat eine Legirung, Kobalt-Bronze, hergestellt, welche kleine Quantitäten des metallischen Kobalts enthält und sowohl das Aussehen als auch zum Theil die schätzbaren Eigenschaften des metallischen Kobalts zeigt. Die genannte Firma stellt die Legirung in verschiedenen Qualitäten her. Die besseren Sorten sind vorzuziehen, da sich dieselben zum Giessen besser eignen. Die Kobalt-Bronze ist weisser aber nur wenig mehr dehnbarer als Silberoid; sie zeichnet sich aus durch eine dichte, stahlähnliche Oberfläche, ist einer hohen Politur fähig, hart, zähe und sehr fest. *Wr.*

Messing-Legirung. Techniker. *7.* S. 9.

Eine Messing-Legirung, welche weder anläuft, noch Grünspan bildet, wird erhalten, indem man 72 Theile Zink, 21 Theile Zinn und 7 Theile Kupfer mit einander verschmilzt. *Wr.*

Fragekasten.

Fragen: 1. Wer fabricirt mit Guttapercha überzogenen Kupferdraht für galvan. Leitungen?

2. Beize für Messingdraht gewünscht, wodurch derselbe eine grünkrystallische Farbe erhält.

3. Wie lässt sich Achat am Besten schneiden und schleifen?

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **April 1885.** Viertes Heft.

Anemometer-Versuche auf dem Brocken.

Von
Dr. **R. Assmann** in Magdeburg.

Die Registrirung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit auf Höhenstationen ist eine bis jetzt noch ungelöste Aufgabe, trotzdem sie von einer ganz erheblichen wissenschaftlichen Wichtigkeit ist. Es ist nicht die Alles zerbrechende Macht des Sturmes, nicht die Schwierigkeit einer sicheren Registrirung, nicht die starke elektrische Spannung, endlich nicht die niedere Temperatur hoher Bergesgipfel, welche die üblichen Anemometer ausser Thätigkeit setzt, sondern eine Form des Niederschlages, an welcher wir uns in der Ebene allenfalls als an einem gelegentlichen Feierkleide des Winters erfreuen, von der wir jedoch nicht denken, dass sie zur vollen Beherrscherin der Form und der Bewegung im Winter auf hohen Bergen werden könnte. Dieser Factor ist der Rauhreif oder Rauhfrost.

Der Verfasser hat im Januar d. J. mikroskopische Studien der Rauhreifbildung auf dem Brocken angestellt und darüber an anderen Orten genauer berichtet.[1]) Hier nur kurz Folgendes zur Orientirung. Der Rauhreif entsteht, wenn die Temperatur unter 0° sich befindet und der betreffende Ort von Wolken umhüllt ist. Die Wolken-Elemente, volle Wassertröpfchen, bleiben selbst bei einer Temperatur von — 13° noch vollkommen flüssig in der Luft schweben, müssen daher in einem Zustande der Ueberkaltung sich befinden. Fliegen dieselben an einen rauhen Gegenstand an, so verdunsten die ersten oder breiten sich flächenartig aus, die später kommenden erstarren zu Eisklümpchen von der Form des Tropfens, ohne dass eine krystallinische Anordnung der Wasser-Moleküle sichtbar wird. Diese Eistropfen legen sich in der Richtung gegen den Wind zu langen einfachen Reihen aneinander, welche von ihren Nachbarn völlig getrennt bleiben. Auf diese Weise entstehen federartige Gebilde, welche mit einem rundlichen derben Stiel an dem betreffenden Gegenstande festsitzen, nach aussen aber an Breite zu, an Dicke abnehmen. Dieselben kehren ihre freien Flächen stets in subtilster Weise gegen den herrschenden Wind, wenn derselbe im Stande ist, Rauhreif anzusetzen. Im Winter liegt die Brockenkuppe in der Region der stärksten Wolkenbildung, so dass besonders im November und December oft viele Wochen lang Rauhreif gebildet wird und dieser dadurch gewaltige Dimensionen an den Gegenständen des Gipfels erreicht. Die zweite Hälfte des November und der December 1884 waren der Rauhreifbildung sehr günstig, daher ich denn z. B. im Januar d. J. folgende Dimensionen desselben constatiren konnte. Auf dem Thurme des Brockens befinden sich vier quadratische eiserne Stangen von 2,5 m Höhe und 3 cm Seitenfläche. Eine derselben hatte allmählig einen Eisklotz an sich verdichtet, von 4,0 m Länge, 2,5 m Höhe und 2,0 m Dicke! Die obersten Telegraphenstangen waren durch den Rauhreif zu Eissäulen geworden, welche einen Durchmesser von 2,9 m

[1]) Meteorologische Zeitschrift 1885. Heft 2. — „Das Wetter" 1885. Heft 2. —

Dicke erreichten. Die Zwergfichten der unteren Hänge des Brocken-Culms waren dermaassen incrustirt, dass sie gespenstischen Götzenbildern oder weiss verschleierten Nonnen ähnlich wurden, vielfach allerhand Figuren arktischer Thiere vortäuschten.[1])

Aus dieser Massenhaftigkeit des Rauhreif-Ansatzes, im Harze „Anhang", im Riesengebirge „Anraum" genannt, geht hervor, dass derselbe ein grosses Hinderniss für alle im Freien zu beobachtenden Instrumente sein muss. Steckt der Brocken in den Wolken und ist die Temperatur mehrere Grad unter dem Gefrierpunkt, dann währt es nur wenige Minuten, dass ein jeder dem Luftzuge ausgesetzte Gegenstand mit Rauhreif-Federn sich zu bedecken anfängt, welche dessen Gestalt und Eigenschaften erheblich beeinflussen. Ein Thermometer wird sehr bald zur armdicken Eissäule, falls es frei aufgehängt wird; befindet es sich in einem Jalousie-Gehäuse, so verwandelt sich dieses in einen völlig geschlossenen Eisklotz, in dessen Innern ein ganz kleiner Hohlraum bleibt. Ein Regenmesser wird an seiner Auffange-Oeffnung dermaassen durch den Rauhreif verengt, dass die Resultate der Schneemessungen völlig unsicher werden müssen. Ganz besonders verderblich aber wird der Rauhreif den Functionen solcher Apparate, welche auf einer Bewegung beruhen: binnen Kurzem verlangsamt der angesetzte Rauhreif diese Bewegung und bringt sie endlich ganz zum Stillstand; nun aber, nicht in seinem Wachsthum ferner gestört, incrustirt er den Apparat völlig und verwandelt seine äussere Form in der barocksten Weise. Das beste Beispiel hierfür ist die auf dem „Wolkenhäuschen" angebrachte kleine Windfahne: sie ist in einen 1,5 m langen, 0,8 m breiten Eisklotz umgewandelt.

Unter diesen mir von früheren Winterbesteigungen des Brockens bekannten Umständen handelte es sich darum, eine Windfahne und einen Windmesser zu construiren der Art, dass der Rauhreif-Ansatz unmöglich gemacht wurde. Principiell kann es zur Erreichung dieses Zieles nur zwei Methoden geben, die Erwärmung und die Eintauchung aller reibenden Theile unter eine nicht gefrierende Flüssigkeit. Meine Versuche beschränkten sich zunächst auf den letzteren Weg, weil er mir als der leichter zu verfolgende erschien.

Bei der Auswahl nicht gefrierender Flüssigkeiten verfiel ich zunächst auf Petroleum, doch belehrten mich bald die mittels Kältemischung (Schnee und Alkohol) angestellten Abkühlungs-Versuche, dass Petroleum bei — 10° C. milchig, bei — 16° schmalzartig dick wird. Da nur solche Flüssigkeiten in Frage kommen konnten, welche sehr langsam verdunsten, also Alkohole und ätherische Oele ausgeschlossen werden mussten, so prüfte ich Glycerin darauf hin und fand, dass es bei den gewöhnlichen Temperaturen (bis — 20° C.) nicht seine Consistenz änderte; eine Lösung von Chlorcalcium in Glycerin schien mir indess diesen Anforderungen noch besser zu entsprechen, da bekanntlich bei der künstlichen Eisbereitung eine Chlorcalcium-Lösung als nicht gefrierende (bis — 40°) Flüssigkeit verwandt wird.

Nun liess ich nach meinen Angaben ein Anemometer vom Mechaniker der Wetterwarte, Krönings Söhne in Magdeburg, nach umstehender Zeichnung (Fig. 1) anfertigen. Die sehr kräftigen Schalen des Schalenkreuzes sind nicht in der gewöhnlichen Weise an den Armen desselben befestigt, bei welcher diese Arme quer über der Oeffnung der Schalen sich befinden, sie sind vielmehr an ihren convexen, noch besonders verstärkten Rückseiten mit den Armen verschraubt; die sonst übliche Querleiste über der Schalen-

---

[1]) Photographische Original-Aufnahmen dieser Rauhreif-Verhältnisse mittels einer Liesegang'schen Künstler-Camera vom Verfasser selbst bewirkt, durch Ed. v. Flottwell, Magdeburg angefertigt, sind als Beilage zur Broschüre „Winterbilder vom Brocken" von Dr. R. Assmann in zwei Cartons à 6 Bildern durch den Commissions-Verlag von A. und R. Faber, Magdeburg, zu beziehen. Preis pro Carton 0,75 M., mit der Broschüre zusammen 1,25 M. bezw. 1.75 M.

öffnung schien mir ein geeigneter Rauhreif-Empfänger zu sein. Das sehr stark gewählte Schalenkreuz selbst ist in dem Messingkopf *a* fest verschraubt. Dieser Messingkopf *a* ist durch einen Zapfen befestigt und hart eingelöthet in das dünne Gasrohr *b*, welches unten durch einen Stahlzapfen mit glasharter abgerundeter Spitze geschlossen ist. Es steht auf einer ebenfalls glasharten Stahlplatte auf. Bei *c* ist dasselbe von einer Schraube ohne Ende umgeben; am obersten Ende bei *d* sind sechs schmale Schlitze in das Gasrohr eingeschnitten; durch zwei Führungsringe aus Rothguss wird das an den entsprechenden Stellen gut abgedrehte Gasrohr gehalten; bei *e* ist eine ringförmige Deckplatte angeschraubt. Eine kleine Saug- und Druck-Pumpe von Rothguss ist bei *f* äusserlich an das Gasrohr angelöthet, in deren gabelförmig endendem Kolben ein linsenförmiges Rädchen auf starker Stahlwelle läuft. Der Führungsring *g* ist nach unten durch eine schiefe Ebene begrenzt, an deren höchster Stelle das Rädchen des Pumpenkolbens eben anliegt. Dreht sich das Schalenkreuz nebst Axe, so tritt das Rädchen des Kolbens auf immer tiefere Punkte der schiefen Ebene über, wodurch der Kolben sich nach unten bewegt und vermöge einer Spiralfeder wieder nach oben steigt, sobald das Rädchen die tiefste Stelle der schiefen Ebene überschritten hat. Es entsteht auf diese Weise eine continuirliche pumpende Bewegung des Kolbens, so lange das Schalenkreuz in Bewegung ist. Die Nebenfigur zeigt diese Pumpe in vergrössertem Maassstabe: der Pumpenstiefel verlängert sich nach unten in den Raum des Ventiles mit frei fallender Kugel, ein seitliches Rohr führt durch die Wandung des Gasrohres nach dessen inneren Hohlraum, wo ein zweites Kugelventil angebracht ist. Jeder Kolbenhub öffnet das untere Ventil und saugt von der umgebenden Flüssigkeit ein, jeder Niederdruck des Kolbens schliesst das untere Ventil und drückt den Inhalt der Pumpe in das Gasrohr unter Oeffnung des inneren Ventiles. Bei fortgesetzter Bewegung wird daher dauernd dem Gasrohrinnern Flüssigkeit zugeführt, so dass dieselbe bald aus den oben bei *d* (Fig. 1) angebrachten Schlitzen austritt und an der äusseren Fläche des Gasrohres herabläuft. Das äussere starke Gasrohr *h* umgiebt die Schalenkreuzaxe *b* überall und dient zur Befestigung der Führungsringe; an seinem oberen Ende bei *i* ist es durch ein feines Messingdrahtnetz geschlossen, durch dessen Mitte die Drehungsaxe ohne Reibung hindurchgeht; dicht unter demselben ist ein Ring oberhalb der Deckplatte *e* angebracht; diese beiden, sowie das Drahtnetz, sollen das Hineinfallen von Schnee verhindern. Ein seitlicher Ansatz bei *k* hat ein Zahnrad in sich, dessen 70 Zähne in die Schraube ohne Ende eingreifen; ein Silberstift an demselben drückt eine auf der Hartgummiplatte *l* isolirt befestigte Silberstange unter Ueberwindung von deren Gegengewicht nieder und schliesst hierdurch einen galvanischen Strom bei der siebzigsten Umdrehung des Schalenkreuzes. Der ganze Hohlraum des äusseren Gasrohres und seines Ansatzes *k* ist gedichtet und mit einer Lösung von Chlorcalcium in Glycerin bis zum Rande *i* angefüllt. Durch einen gewöhnlichen Gashahn bei *m* kann mittels einer Spritze das Rohr gefüllt und auch zum Zwecke der Reinigung und Ausspülung entleert werden.

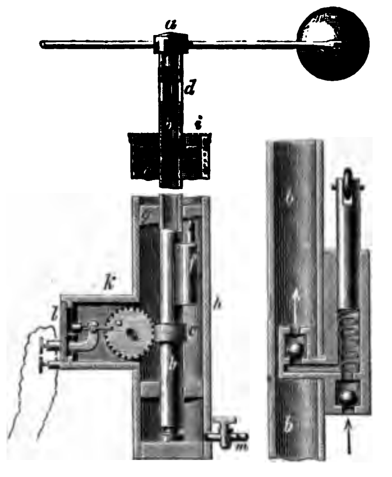


Fig. 1.

Das Haupterforderniss, um die reibenden Theile des Apparates vor Rauhreifansatz zu schützen, ist, dass das äussere Gasrohr stets bis zum Rande gefüllt bleibt, oder dass doch wenigstens das abschliessende Decksieb stets mit Flüssigkeit benetzt wird. Dies erreicht der Apparat in durchaus vollkommener Weise, indem die kleine Pumpe bei jeder Umdrehung des Schalenkreuzes Chlorcalcium-Glycerin aus den Löchern

bei *d* austreten und an der Axe *b* herabfliessen lässt, so dass die herabgeflossene Flüssigkeit auf das Decksieb überläuft, dieses benetzt und langsam durch dasselbe hindurchsickert. Aber auch die Oberfläche der Axe zwischen *d* und *i* wird hierdurch stets benetzt erhalten und ist dadurch dem Rauhreifansatz entzogen. Ferner wird hierdurch erreicht, dass die Flüssigkeit im äusseren Rohre bis zum Niveau der unteren Pumpenöffnung sinken kann, ehe die Benetzung von Drehungsaxe und Decksieb aufhört. Diese letztere Einrichtung ist nothwendig, da starker Wind sowohl von der Oberfläche des Decksiebes, als von der frei exponirten äusseren Fläche der Axe zwischen *a* und *i* Flüssigkeit fortreisst, in Folge dessen sehr bald die Füllung des Apparates nicht mehr bis zum oberen Rande reichen würde.

Die auf dem Brocken selbst im Januar bei starkem Rauhreif und — 10° Temperatur angestellten ersten Versuche zeigten gar bald, dass diese Vorrichtung einen vollkommenen Schutz gegen Rauhreifansatz für die zu schützenden Theile gewährte. Das Problem schien demnach gelöst zu sein; dennoch hatte ich die Rechnung ohne den Wirth, in diesem Falle ohne den Rauhreif gemacht! Bei starkem Wind und — 13° Kälte wurden im Zeitraume von nicht ganz 12 Stunden während der Nacht die Schalen sowohl, als die Arme des Schalenkreuzes dermaassen von Rauhreif incrustirt, dass der Apparat am anderen Morgen beistehendes traurige Bild darbot (Fig. 2), welches mit möglichster Treue nach der Natur gezeichnet ist, bei welchem aber der Deutlichkeit wegen die nach vorn und hinten gerichteten Arme des Schalenkreuzes weggelassen sind. Es war zwar die Strecke der Axe zwischen *d* und *i* völlig frei von Rauhreif geblieben, derselbe war vielmehr von oben herab trichterförmig um die Axe herumgewachsen, diese selbst nirgends berührend; das Schalenkreuz drehte sich auch, aber — etwas Unerwartetes — es drehte sich langsam rückwärts. Während bei einem freien Robinson'schen Schalenkreuz die einseitige Drehung auf der Differenz der Widerstände beruht, welche der Wind an den convexen und an den concaven Seiten der hohlen Halbkugeln findet, in Folge deren die convexen Seiten der Schalen bei der Bewegung stets vorangehen, waren in unserem Falle die Oeffnungen der Schalen durch Rauhreif bis auf einen schmalem Spalt verengt, während die convexen Seiten der Schalen durch massenhaften, in Federform angesetzten Rauhreif dem Winde eine grössere Widerstandsfläche darboten, wodurch eine Rückwärtsbewegung mit vorangehenden Schalen-Oeffnungen entstand. Die nächste Folge hiervon war, dass der auf diese regelwidrige Bewegung nicht eingerichtete Contact zerbrach.

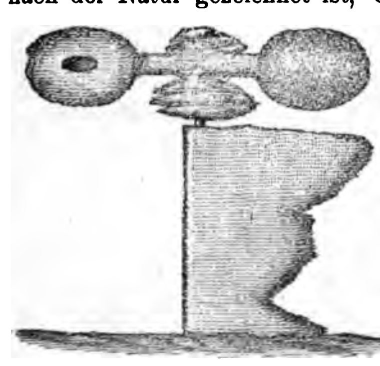


Fig. 2.

Die Constanten des Apparates, vorher durch Vergleichung mit dem Anemometer der Wetterwarte in Magdeburg ermittelt und dort allerdings wegen der inneren Reibung an der dicklichen Füll-Flüssigkeit und wegen des Kraft-Verbrauches der Pumpe etwas gross gefunden, müssen natürlich durch jede Oberflächen-Veränderung des Schalenkreuzes selbst bedeutend modificirt werden, was als ein principieller Fehler des Apparates gelten muss, wenn es nicht gelingt, den Rauhreif auch von diesen Theilen fern zu halten. Meine wiederholten Versuche, durch Anfeuchten der Schalen und des Kreuzes mit Chlorcalcium-Glycerin den Rauhreif abzuhalten, blieben ohne Erfolg; der Rauhreif erzwang sich stets den Ansatz an diesen Theilen.

So war zwar mein Versuch missglückt, doch ist er deshalb doch nicht ohne Werth, indem er zeigt, dass auf diesem Wege das Problem nicht zu lösen ist.

Nachträgliche Besprechungen mit Herrn Mechaniker R. Fuess in Berlin haben dazu geführt, dem anderen möglichen Wege, dem der Erwärmung, Aufmerksamkeit zuzu-

wenden. Ein Apparat, wie ihn Fig. 3 als Skizze zeigt, dürfte constructiv keine unüberwindlichen Schwierigkeiten darbieten. Demselben würde durch eine Spiritusflamme heisse Luft in das Innere zugeführt; diese durchzieht die hohlen Arme des Schalenkreuzes, tritt in die aus doppelten Wänden zusammengesetzten Schalen und strömt an deren durchlöcherten scharfen Rändern aus. Da die convexen Seiten der Schalen bei der Bewegung vorangehen, dürfte ein leichter Abzug der warmen Luft, wo nicht ein kräftiges Ansaugen derselben, zu erwarten sein; für einen genügenden Ablauf des sich im Innern der erwärmten Hohlräume bildenden Wasserniederschlages liesse sich wohl auch durch Schrägstellen der Arme des Schalenkreuzes hinreichend Sorge tragen.

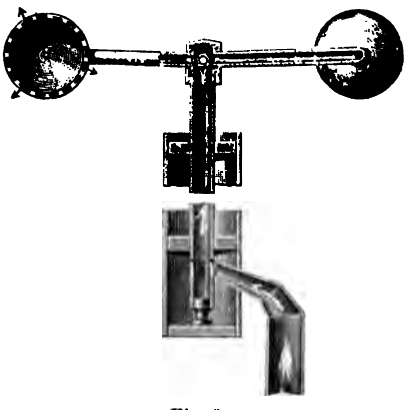


Fig. 3.

Nach dem Plane des Herrn Fuess würde derselbe Zweck vielleicht noch leichter durch eine erwärmte Druckplatte, mittels welcher der Winddruck gemessen wird, zu erreichen sein. Es dürfte eine nicht zu unterschätzende Aufgabe der mechanischen Technik sein, ein allen diesen aussergewöhnlichen Verhältnissen angepasstes Anemometer für Höhenstationen zu construiren.

Dass ein solches aber ganz besonders kräftig und widerstandsfähig erbaut werden muss, geht aus der von mir am 28. October 1884 auf dem Brocken beobachteten Thatsache hervor, dass ein probeweise aufgestelltes kleines Anemometer des Herrn Fuess eine Windgeschwindigkeit von vollen 50 m in der Secunde, 39 m im Stunden-Mittel, zeigte. Diesen colossalen Geschwindigkeiten hält nur ein äusserst solide gebautes Instrument auf die Dauer Stand.

Einige neue optische Apparate von Prof. Abbe.

Von
Dr. S. Czapski in Jena.

I. Instrument für die Aufsuchung von Schlieren.

Es ist bekannt, welche hohe Empfindlichkeit Töpler bei seinem Schlierenapparat erreicht hat, mit welchem er nicht nur die Diffusion von Flüssigkeiten und Dämpfen durcheinander und ähnliche allenfalls auch schon mit schwächeren Instrumenten wahrnehmbare Erscheinungen auf's Deutlichste erkennen, sondern auch Phänomene, von denen man fast glauben möchte, sie seien optisch gar nicht nachzuweisen, wie die Schallbewegungen der Luft, sichtbar machen konnte, deren Hauptgesetze er sogar mit Hilfe seines Apparates zu demonstriren vermochte. Wenn nun auch einerseits nicht behauptet werden kann, dass trotz dieser grossen Leistungsfähigkeit die Anordnung Töplers nach der optischen Seite hin nicht doch noch einiger weiterer Vervollkommnung fähig sei, so ist doch andererseits für die Anwendung in der Praxis, in der es auf eine so hohe Empfindlichkeit nicht ankommt, der Apparat zu umständlich. Wird man doch in der Werkstatt selten die 3 bis 8 m Entfernung zur Verfügung haben, die zwischen Analysator und Illuminator bestehen sollen und die für die Empfindlichkeit gerade wesentlich sind. Eine compendiösere Anordnung mitzutheilen, durch welche mit geringeren Mitteln bezüglich der Durchsuchung von Glasplatten nach Schlieren doch weitaus den meisten in der Praxis vorkommenden Bedürfnissen genügt werden kann, ist der Zweck des Folgenden. Der

betreffende Apparat ist von Prof. Abbe für den Gebrauch in der optischen Werkstatt von C. Zeiss construirt worden und hat sich bei seiner bisherigen versuchsweisen Benutzung als recht zweckmässig erwiesen. Der dem Zwecke als Werkstätteninstrument entsprechende sehr einfache und schmucklose Aufbau desselben ist aus folgender, in etwa $^1/_6$ der wirklichen Grösse gezeichneten Figur 1 leicht zu ersehen.

Die beiden Tuben, welche an ihren einander zugekehrten Seiten die achromatischen Objective $O\,O_1$ von grosser Oeffnung und kurzer Brennweite (etwa 60 und 240 mm) tragen, bestehen aus je einem weiten Hauptrohr $A\,A_1$ und engeren Ansatzstücken $B\,B_1$. Letztere sind mit ringförmig durchbohrten Platten $D\,D_1$ verschlossen. D und D_1 müssen genau in die Brennebenen der zugehörigen Objective gebracht werden können. Zu dem Zwecke sind entweder B und B_1 nach Art der Auszüge an Fernrohren, besser vielleicht aber mittels Gewinde gegen A und A_1 verstellbar, oder es sitzen die Diaphragmen D und D_1 nicht unmittelbar an B und B_1, sondern an kurzen Rohrstücken, die sich in B und B_1 verschieben lassen. Das Rohr A_1, durch welches gesehen werden soll (Analysator), ist um eine durch die beiden Spitzschrauben s gebildete horizontale Axe mittels der Schraube S_1

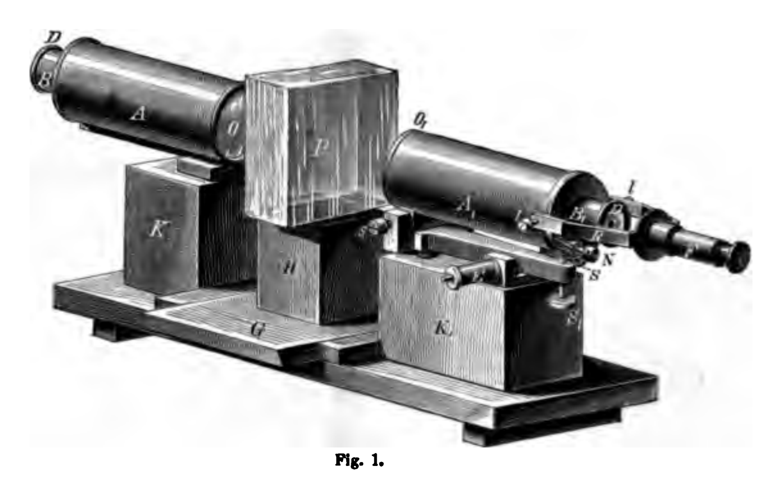


Fig. 1.

und um eine verticale Axe, deren Büchse in den tragenden Holzklotz K eingelassen ist, durch die in der Zeichnung zum grössten Theile verdeckte Schraube S, welcher auf der anderen Seite eine Feder E entgegenwirkt, ein wenig verstellbar. Schliesslich ist ein kleines Fernrohr F von 100 mm Gesammtlänge bei 15 mm Oeffnung an dem um die beiden Spitzschrauben $l\,l$ drehbaren Rahmen R befestigt, kann mit Hilfe der Stellschraube N mit seiner Axe der des Tubus A_1 parallel gerichtet werden und je nach Bedürfniss durch Umklappen um die Axe $l\,l$ ganz aus der Sehrichtung entfernt werden. Die Entfernung zwischen O und O_1 ist beliebig und kann nach den Dimensionen der zu untersuchenden Glasstücke gewählt werden; auf die Empfindlichkeit der Methode hat sie keinen Einfluss, wenn es auch schon zur Ausschliessung störender Seitenlichter empfehlenswerth ist, die Objective O und O_1 möglichst dicht an die Glasplatten heranzurücken. Der Tubus A ist deshalb zweckmässig mittels eines schwalbenschwanzförmigen Prismas in einer auf den Holzklotz K festgeschraubten Führung in seiner Längsrichtung verschiebbar. Um endlich eine sichere allseitige Durchsuchung auch von Stücken, die grösser als die Objective des Apparates sind, zu ermöglichen, ist die Unterlage für dieselben in horizontaler Richtung quer zur Axe des optischen Systems verschiebbar gemacht und es kann ferner auch der Klotz H, der einfach mittels eines viereckigen Zapfens in den Schieber G eingesetzt ist, entfernt und durch andere von verschiedener Höhe ersetzt werden. Die betreffende Einrichtung ist ohne Zweifel der Vervollkommnung noch sehr fähig und ist nur vorläufig in der angegebenen Weise getroffen worden.

Die Theorie und Handhabung des Apparats ist nun folgende: Vor D wird eine hell brennende Flamme gesetzt, die ihre Strahlen durch die in D befindliche Oeffnung nach dem Objectiv O sendet (Fig. 2). Da angenommen ist, dass D im Brennpunkt von O sich befindet, so werden die von einem Punkt der Oeffnung in D ausgehenden Strahlen aus O einander und nahezu der Axe des Apparates parallel austreten, also ein Bündel von dem Querschnitt des Objectivs bilden. Befindet sich zwischen O und O_1 ein völlig homogenes von zwei parallelen und ebenen Flächen begrenztes Medium (eine beiderseitig angeschliffene Glasmasse P z. B.), so bleiben die Strahlen einander parallel und treffen so auf O_1. Wenn dann, wie angenommen, D_1 sich genau im Brennpunkt von O_1 befindet, so werden die von jedem Punkte in D ausgesandten Strahlen wieder in einem Punkte in D_1 vereinigt. Die in D befindliche Oeffnung wird also, so scharf als es die Objective $O\,O_1$ zulassen, in gleicher Grösse in der Ebene D_1 abgebildet erscheinen. Sind hingegen in dem zwischen O und O_1 eingeschobenen Stück Inhomogenitäten, Schlieren, die einen Einfluss auf die Lichtbewegung haben, eine Brechung verursachen, so werden die sie durchsetzenden Strahlen aus der Richtung des Bündels, zu dem sie gehören, abgelenkt; sie fallen daher auch in abweichender Richtung auf O_1 und gehen in der Ebene D_1 an dem Hauptbilde vorbei. Einem Auge, das direct durch einen Ausschnitt in D_1 nach P hinblickt, würde dieses (das zu untersuchende Glasstück) im ersten Fall unter gleichmässiger Helligkeit erscheinen; im anderen Fall würden die ablenkenden Stellen, Schlieren, durch vermehrte oder verminderte Helligkeit sichtbar werden. Da aber das Auge durch die gesammte, verhältnissmässig sehr grosse Helligkeit des Gesichtsfeldes angestrengt, und unfähig gemacht würde, kleine Unterschiede zu bemerken, so würde man auf dem angegebenen Wege noch keine befriedigenden Resultate erhalten. Man richtet deshalb die Diaphragmen D und D_1, deren nähere Beschaffenheit bisher unbestimmt gelassen wurde, folgendermaassen ein: Wenn D ein kreisförmiger Ausschnitt in einer schwarzen Scheibe ist, so befestigt man bei D_1 ein dem Ausschnitte an Grösse genau gleiches undurchsichtiges Scheibchen auf durchsichtigem Untergrunde (einem Spiegelglasplättchen) — oder umgekehrt, was sich ziemlich gleich bleibt. Man macht also die beiden Diaphragmen, wie man es nennt, reciprok. Dann ist klar, dass das regelmässige Bild, welches O und O_1 von der Oeffnung in D entwerfen, auf den undurchsichtigen Theil des dort befindlichen Diaphragmas fällt, also dem Auge gar nicht bemerklich wind. In das hinter D_1 befindliche Auge gelangen nur Strahlen, welche eine irreguläre Ablenkung in den Schlieren erfahren haben und darum seitlich an dem ordentlichen, abgeblendeten Bild vorbeigegangen sind. Man würde daher die Schlieren allein sehen, ohne durch irgendwelches, nichts zur Erscheinung beitragendes Licht gestört zu sein. Der Versuch zeigt, dass dieses in der That der Fall ist. Man findet aber, dass die Empfindlichkeit des Verfahrens eine grössere ist, wenn man die genannten Bedingungen nicht in aller Strenge erfüllt, sondern auch einen schmalen Rand directen Lichts ins Auge gelangen lässt. Da A_1 nach beiden Richtungen verschiebbar ist, so kann man es während des Hindurchsehens leicht so reguliren, dass man die Schlieren am Deutlichsten sieht. Man sieht auch manchmal einen Theil der Schlieren in der einen, einen anderen in anderer Stellung deutlicher. Die Beweglichkeit von A_1 in horizontaler und verticaler Richtung ermöglicht es, auf diese Weise denselben Theil des Gesichtsfeldes allseitig zu untersuchen. Ueber die günstigste Gestalt der Oeffnungen bezw. Blendungen in D und D_1 wurden verschiedene Versuche angestellt. Dabei ergab sich, dass man schon mit einer einfachen kreisförmigen Oeffnung und zugehörigen Blendung von etwa 5 mm Durchmesser recht gute Resultate erhält. Empfindlicher ist eine Oeffnung von sehr kleinem Durch-

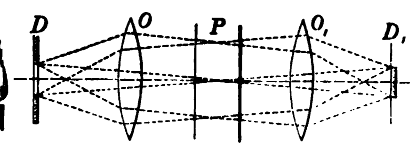


Fig. 2.

messer ($^1/_2$ bis 1 mm) und sehr gute Resultate gab die Anwendung einer ringförmigen Oeffnung in D, der ein schwarzer Ring von gleicher Grösse in D_1 entsprach, Fig. 3 (beide durch Auskratzen einer berussten Platte mit der Theilmaschine erhalten, mit Deckplatten vor dem Verwischen geschützt). Letztere Form hat den von vornherein ersichtlichen Vortheil, dass die Strahlen, welche nach beiden Seiten abgelenkt werden, ins Auge gelangen, während von einem vollen Scheibchen die nach innen abgelenkten Strahlen mit den regulären zugleich abgeblendet werden.

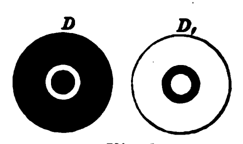


Fig. 3.

Um D und D_1 in die richtige Lage zu bringen, d. h. in die Brennebenen von O und O_1 und um zugleich die Richtung der Axen von A und A_1 zu reguliren, kann man nach vollständiger Zusammensetzung des Apparats folgendermassen verfahren: Man stellt die Lampe hinter D auf und verändert die Längen von B und B_1 so lange, bis das Bild der Oeffnung von D in der Ebene D_1 neben der dort befindlichen Blendung mit ihr zugleich in voller Schärfe erscheint und in gleicher Grösse wie sie. Hierzu verstellt man A_1 vorher ein wenig mit Hilfe der Schraube S oder S_1. Dabei hat man sich zu erinnern, dass bei der Abbildung durch ein Linsensystem, Bild und Object sich immer in gleicher Richtung bewegen und dass einer Bewegung des Objects im Sinne der Lichtbewegung, also bei uns von links nach rechts, eine Vergrösserung seines reellen Bildes entspricht und umgekehrt. Natürlich müssen schon vorher D und D_1 nahezu in den Brennebenen von O bezw. O_1 sich befinden.

Wenn Schärfe und Grösse des Bildes erreicht sind, bewirkt man durch Zurückführen von A_1 in seine richtige Lage, dass das Bild von der ihm entsprechenden Blendung bedeckt wird, was aber, wie oben bemerkt, nicht scharf erfüllt sein soll. Man kann darum auch mit der Regulirung der Bildgrösse schon aufhören, wenn das Bild auch noch etwas grösser als seine Blendung ist, so dass es nachher allseitig dieselbe ein wenig überragt und directes Licht ins Auge gelangen lässt. Zum Zwecke der bequemeren Regulirung finde ich es besser, in D_1 dasjenige Diaphragma einzusetzen, welches ein grösseres freies Feld hat, weil man dann das Bild von D leichter findet.

Nach diesen Vorbereitungen blickt man wie erwähnt durch D_1 und O_1 direct hindurch nach D, das Auge recht nahe an D_1 haltend. Man durchsucht dann durch kleine Bewegungen von A_1 das vorliegende Gesichtsfeld nach allen Seiten hin, und durch Bewegung des Glasstückes P selber dessen verschiedene Theile; man wird augenfällig und ohne Anstrengung Schlieren hervortreten sehen, die beim sorgfältigsten und mühsamsten Durchsuchen mit der Lupe verborgen blieben.

Das Fernrohr F tritt, bei Benutzung mässig grosser Diaphragmen $D\,D_1$, eventuell erst nach der Durchsuchung mit blossem Auge in Wirksamkeit. Es bietet den Vortheil durch seine die Pupille des Auges übertreffende Oeffnung eine grosse von je einem Schlierenpunkte allseitig ausgehende Strahlenmenge aufnehmen zu können und dadurch grössere Lichtstärke der Schlierenbilder zu erzielen. Ausserdem localisirt es die Schlieren der Tiefe nach, denn es muss so eingestellt sein, dass von dem betreffenden Punkte im Innern der Glasmasse durch seine und des Objectivs O_1 Vermittlung im Auge ein deutliches Bild erscheint (O_1 allein entwirft von dem betreffenden Punkt ein entferntes virtuelles Bild; auf dieses eigentlich wird F eingestellt). F kann aber immer nur auf eine bestimmte Ebene in P eingestellt sein, und man muss seinen Ocularauszug erheblich ändern, um von einer Ebene zur anderen überzugehen. Man könnte diesen Umstand event. auch zu einer räumlichen Fixirung der Schicht, in der die Schlieren vorhanden sind, benützen, indem man sowohl auf der Unterlage, auf der P ruht, als am Ocular von F eine Theilung anbrächte und deren correspondirende Punkte empirisch mit einander in Verbindung setzte.

Der Fall, dass man ein nicht parallelflächig begrenztes Object, sondern etwa eine Linse zu untersuchen hat, wird in der Praxis wohl selten vorkommen; denn wenn die

Linse erst fertig ist, so wird man nur nach ihrer thatsächlichen optischen Wirkung fragen und es kann dabei gleich sein, ob diese, so wie sie ist, trotz oder durch Schlieren stattfindet. Die Frage nach der Störung der optischen Wirkung einer Linse durch Schlieren kann aber aus dem allgemeineren Gesichtspunkt vorgenommen werden, eine Verhaltungsmassregel zu gewinnen.

Auch in diesem Falle bleibt unser Apparat anwendbar. Man hat dann nur vorzusehen, dass B und B_1 in weiterem Maasse der Länge nach veränderlich seien. Die Bildregulirung und die Beobachtung bleiben in der Ausführung ganz dieselben.

Wenn die Objective O und O_1 nicht ganz achromatisch sind, so wird man in D_1 auch kein völlig scharfes Bild von D erhalten. Wenn das Hauptbild abgeblendet ist, so werden seitlich noch die unvermeidlichen Correctionsreste in Gestalt schmutzigblauer oder grünlicher Säume überstehen. Dieser Umstand hat aber einen wesentlichen Einfluss auf die Güte der erreichbaren Resultate nicht. Man kann sich also zu dem vorliegenden Zwecke gewöhnlicher Opernglasobjective bedienen.

Vergleicht man schliesslich die vorstehend beschriebene Anordnung mit der von Töpler angegebenen, so dürften folgende Aenderungen wohl unbestritten als Verbesserungen in's Auge fallen:

1. Bei Töpler ist das Diaphragma durch eine gerade Kante begrenzt, während hier kreisförmige Bewegung gewählt ist. Diese hat, wie schon erwähnt, den Vorzug, dass sie dem irregulären Licht, welches die Schlieren sichtbar macht, nach allen Seiten den Zutritt gestattet. Töpler selbst räth, die beiden zusammengehörigen Diaphragmen um die horizontale Axe zu drehen, um so wenigstens nach einander die Beobachtung in allen Positionsrichtungen bewirken zu können, die bei uns mit einem Male geschieht. Wollte man aber diesem Rathe folgen, so würde man hierbei und überhaupt bemerken, wie unbequem 2. die grosse Entfernung des beobachteten Gegenstandes vom Beobachter ist. Nicht nur, dass dieselbe viel Raum beansprucht und jedes Hantiren, z. B. die Bewegung des Glasstücks zum Zwecke allseitiger Durchsuchung sehr erschwert, wenn nicht unmöglich macht, so ist mit derselben noch der andere Nachtheil verbunden, dass die betreffenden Schlieren aus so grosser Entfernung selbst bei Anwendung eines mässigstarken Fernrohrs allzusehr verkleinert erscheinen und dadurch leicht der Aufmerksamkeit des Beobachters entgehen können. Bei der Abbe'schen Einrichtung werden umgekehrt die Schlieren durch O_1 als Lupe vergrössert gesehen und das Glasstück ist bequem mit der Hand erreichbar. Mit der grossen Entfernung ist bei Töpler indirect noch 3. der Nachtheil allzu grosser Empfindlichkeit der Einstellung gegen Richtungsänderungen verbunden. Wäre die zu untersuchende Platte z. B. keilförmig angeschliffen — wie es praktisch immer mehr oder weniger der Fall sein wird, so müsste man das Beobachtungsfernrohr schon ganz von seinem Platze entfernen und mit einigem Zeitverlust die Richtung der Strahlen aufsuchen; auch würde das entstehende Spectrum stören; eine geringe Lagenänderung der Platte, wie sie bei jeder Hantirung unvermeidlich ist, würde das Bild ganz aus dem Gesichtsfelde entfernen und zu einer vollständig neuen Einstellung nöthigen.

Im Gegensatz dazu bringt bei der Abbe'schen Einrichtung die Nähe von Platte und Objectiv O_1 es mit sich, dass, wenn einmal die Einstellung auf einen Glasklotz erfolgt ist, weder eine Verschiebung oder geringe Drehung desselben, noch die Vertauschung mit einem andern Glasstück irgend eine zu beachtende Aenderung verursacht. Vielmehr kann der Apparat, wenn einmal die Länge der Rohre B und B_1 d. h. die Lage der Ebenen D und D_1 richtig hergestellt ist, künftig für alle weiteren Untersuchungen nahezu ungeändert bleiben. Das einzige was (bei der Beobachtung starkprismatischer Stücke) eventuell geändert werden muss, ist die Richtung des Rohres A_1, was mit Hilfe der Schrauben S und S_1 bequem und einfach genug geschieht.

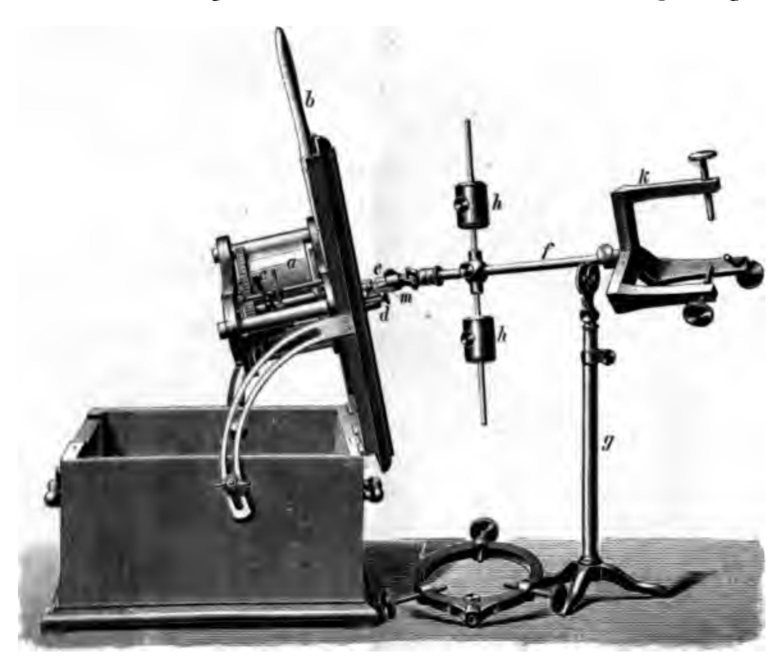
Grosser Klinostat.

Von
Mechaniker **Hans Heele** in Berlin.

Bei den Versuchen über den Einfluss des Lichts und der Schwerkraft auf die Wachsthumsverhältnisse der Pflanzen bedarf man eines Apparates, der die als Versuchsobject dienende, im Blumentopf befindliche Pflanze mit gleichförmiger, aber innerhalb gewisser Grenzen zu verändernder Geschwindigkeit um eine Axe dreht, damit sie, z. B. im Gegensatz zu dem in der Natur stattfindenden Fall, unter Ausschluss der Schwere auf allen Seiten gleichmässig oder in ganz bestimmter Weise dem Einfluss der angewendeten natürlichen oder künstlichen Lichtquelle ausgesetzt wird. Ein Erforderniss dabei ist noch, dass der Drehaxe, um mit den Versuchen variiren zu können, verschiedene Lagen im Raume ertheilt werden können und sie nicht nothwendig mit der Axe der Pflanze zusammenzufallen braucht.

Derartige in ihrem Constructionsprincipe sehr einfache Instrumente, *Klinostate* genannt, wurden bisher immer nur in sehr kleinen Dimensionen gebaut und gestatteten demzufolge auch nur Versuche mit kleinen Pflanzen.

Ein kürzlich auf Bestellung des Herrn Professor Dr. Schwendener für das botanische Institut der hiesigen Universität in meiner Werkstatt angefertigter Apparat ist



für Versuche in grossem Maassstabe bestimmt und gestattet das Operiren mit Pflanzen von mehreren Kilogrammen Gewicht. Er musste aus diesem Grunde in sehr starken Verhältnissen construirt werden und dürfte wohl einiges Interesse erregen.

In einem Kasten auf der Rückseite des Deckels angeschraubt befindet sich ein Uhrwerk mit einer in einem Gehäuse *a* enthaltenen und daher in der nebenstehenden Figur selbst nicht sichtbaren, sehr starken Feder, welche durch hin- und hergehende Bewegung des Hebels *b* aufgezogen wird. Um von ihrer Stärke einen Begriff zu geben, möge hier erwähnt werden, dass sie beim Einsetzen in das 8 mm Wandstärke besitzende und mit dem Bodenrade fest verschraubte, stählerne Gehäuse letzteres deutlich oval drückte. Sie kann 18 Umgänge machen, es werden davon aber, um einen gleichmässigen

Gang des Uhrwerks zu erzielen, nur die mittleren sechs benutzt; ein am Federgehäuse angebrachtes Gesperre verhindert sowohl ein vollständiges Aufziehen wie ein vollständiges Ablaufen der Feder, so dass sich also ihre Spannung während des Ganges nicht zu sehr ändert.

Das Uhrwerk besitzt vier durch Triebe und Räder in Verbindung stehende Laufaxen *B*, *C*, *D*, *E*. Das auf der Axe *E* sitzende Steigrad greift in eine doppelgängige Schraube *F* ohne Ende, an deren Axe zwei einander gegenüberstehende zur Regulirung des Umganges dienende Flügel *c* befestigt sind. In der folgenden Tabelle bedeuten die auf derselben horizontalen Linie stehenden Zahlen die Zähnezahlen der auf gemeinschaftlicher Axe sitzenden Räder bezw. Triebe; die durch Klammern bezeichneten greifen in einander ein.

Axe			
Axe *A* (Federhaus)		118	
„ *B*	180	14	
„ *C*	24	150	
„ *D*	180	15	
„ *E*	18	60	(Steigrad)
„ *F*		2	(Schraube).

Demnach macht die Schraube mit den Flügeln: $\frac{118}{14} \cdot \frac{180}{24} \cdot \frac{150}{15} \cdot \frac{180}{18} \cdot \frac{60}{2} = 189643$ Umdrehungen, während die Feder nur einen Umgang macht. Beide Flügel sind verstellbar. Indem dadurch der von ihnen bei der Rotation zu überwindende Luftwiderstand kleiner oder grösser gemacht werden kann, lässt sich der Gang des Uhrwerks innerhalb gewisser Grenzen beschleunigen oder verlangsamen. Bei mittlerer Geschwindigkeit läuft das Uhrwerk vierzig Stunden lang. Zur Anhaltung, bezw. Ingangsetzung desselben dient die durch den Deckel des Kastens gehende Schraube *d*, welche bei Umdrehung eine Feder gegen eine auf der Welle mit dem Flügelpaare befindliche Bremsscheibe drückt und diese dadurch zum Stehen bringt. Durch diese indirecte Wirkung soll einerseits ein zu plötzliches Anhalten des Apparates und andererseits ein directer Druck der Arretirschraube auf die Flügelwelle verhindert werden.

Von den vier Laufaxen des Uhrwerkes tritt *B* durch den Deckel des Kastens hindurch und endet in dem Zapfen *e*. Sie braucht bei mittlerer Stellung der beiden Flügel zu einer Umdrehung eine Stunde. In dem Raum zwischen dem Uhrwerk und der oberen Fläche des Kastendeckels ist noch eine zweite Axe gelagert, welche mit *B* durch ein Vorlegewerk verbunden ist, welches mittels des Ausrückers *m* leicht umgestellt werden kann. Bei der einen Stellung des Vorgeleges macht diese zweite, ebenfalls mit einem vorstehenden Zapfen *e* versehene Axe eine Umdrehung in dreissig, bei der anderen Stellung in fünfzehn Minuten.

Soll sich nun die Pflanze in gewöhnlicher, aufrechter Stellung drehen, so lässt man den Deckel des Kastens geschlossen und schraubt den Halter *k*, worin der Topf eingespannt ist, direct auf einen der Zapfen *e*; soll sie aber in einer anderen Lage rotiren, so bringt man den Deckel durch Festklemmung der beiden seitlichen, bogenförmigen Schienen in eine passende Stellung und schraubt nun den Halter *k* nicht wie bei den gewöhnlichen kleinen Apparaten direct an den Zapfen, weil dieser dann durch das grosse Gewicht der Pflanze leicht eine Verbiegung erleiden würde, sondern stellt die Verbindung durch die mit einem Hook'schen Gelenk versehene Stange *f* her. Mit dem einen Ende ist diese also an den Zapfen *e* angeschraubt, mit dem andern liegt sie auf einem Stativ *g*, das oben, um die Reibung bei der Rotation möglichst zu vermindern, zwei Frictionsrollen trägt. Die Länge des Statives lässt sich verstellen und der mit den Frictionsrollen versehene Kopf so neigen, dass die Axen der letzteren parallel mit *f* laufen. Auf der Stange *f* ist ein verschieb- und verdrehbarer Arm, welcher zwei auf ihm selbst wieder

verstellbare Gewichte *h* trägt, die sowohl als Gegengewicht der in *k* eingeklemmten Pflanze, als auch dazu dienen, den Schwerpunkt des ganzen beweglichen Systems genau in die Verlängerung der Drehaxe *f* zu bringen.

Soll die Pflanze um eine einen grösseren Winkel mit ihrer eigenen Axe bildende Linie gedreht werden, so wird statt des Halters *k* der Ring *l* aufgesetzt, in welchem Falle der Topf mit einem Verschlussdeckel versehen werden muss, um das Herausfallen der Erde oder der ganzen Pflanze zu verhindern.

Das Uhrwerk ist, um es bei geöffnetem Kasten vor Verstauben zu schützen, mit einem in der Figur abgenommenen Blechmantel bedeckt.

Ueber einige optische Methoden und Instrumente.

Von
Prof. **E. Lommel** in Erlangen.

I. Methode zur Bestimmung der Brennweite einer Linse.

Innerhalb eines Ocularrohres *O* (Fig. 1, von oben gesehen) befindet sich in der Ebene, in welcher sonst das Fadenkreuz liegt, eine Querwand, welche die eine Hälfte des Gesichtsfeldes (sagen wir die untere) bedeckt. In der Mitte dieser halbkreisförmigen Querwand ist ein schmaler Spalt so eingeschnitten, dass er dieselbe in zwei Viertelkreise theilt. Unmittelbar hinter dem Spalt befindet sich ein kleiner Spiegel, oder ein total reflectirendes Prisma, dessen dem Spalt zugekehrte spiegelnde Fläche zu diesem parallel und unter 45° zur Spaltebene geneigt ist. Durch eine seitliche Oeffnung *o* in der Wand des Ocularrohres fällt Licht auf das Spiegelchen und beleuchtet, von diesem zurückgeworfen, den Spalt. Die convexe Linse *L*, deren Brennweite gefunden werden soll, wird vor das Ocular gebracht, so dass ihre Axe mit derjenigen des Oculars zusammenfällt. Jenseits der Linse wird ein ebener Spiegel *S*, Silber- oder Platinspiegel, senkrecht zu dieser Axe aufgestellt, welcher das Licht, das von dem Spalte aus durch die Linse geht, durch diese wieder zurücksendet. Man ändert nun den Abstand zwischen Linse und Ocular so lange, bis das Spaltbild in der oberen Hälfte des Gesichtsfeldes scharf und ohne Parallaxe genau in der Verlängerung des Spaltes gesehen wird. Die Verlängerung des Spaltes oder des einen Spaltrandes kann in der freigebliebenen Hälfte des Gesichtsfeldes durch einen Faden bezeichnet sein, was aber nicht nothwendig ist, weil das obere Ende des Spaltes durch das Ocular deutlich gesehen wird. Ist diese Einstellung erreicht, so ist die Entfernung zwischen Linse und Spalt die gesuchte Brennweite, denn die Strahlen, welche von einem Punkte des Spaltes ausgehen, treffen unter sich parallel auf den Spiegel jenseits der Linse, werden von diesem als paralleles Bündel reflectirt, und auf ihrem Rückweg durch die Linse in einem Bildpunkt vereinigt, welcher in der Spaltebene in Bezug auf den horizontalen Durchmesser des Gesichtsfeldes zum Spaltpunkte symmetrisch liegt.

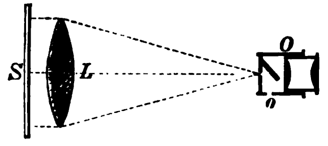


Fig. 1.

Ist die Linse nicht achromatisch, so beleuchtet man den Spalt mit homogenem Licht, z. B. mit einer Natriumflamme. Entnimmt man das homogene Licht einem reinen Sonnenspectrum, das man auf einem Schirm mit schmalem Spalt entwirft, welch' letzteren man nach und nach auf die Fraunhofer'schen Linien einstellt, so erhält man die Brennweiten für diese Strahlenarten von bekannter Wellenlänge.

Linse und Ocular können zweckmässig von Säulchen getragen werden, welche längs einer in Millimeter getheilten Schiene verschiebbar und mit Nonien versehen sind.

II. Methode zur Bestimmung von Brechungscoefficienten.

Das Beobachtungsfernrohr F (Fig. 2) eines Spectrometers, fest mit dem Gestelle des Apparates verbunden und auf unendliche Entfernung eingestellt, ist mit einem Ocular $o\,O$ der oben beschriebenen Art ausgerüstet. Das Prisma P, dessen brechender Winkel kleiner sein muss, als der Grenzwinkel seiner Substanz, ist inmitten des an feststehenden Nonien nn vorbei drehbaren horizontalen Theilkreises T mit verticaler Kante aufgestellt. Man dreht den Theilkreis und mit ihm das Prisma, bis das an der Vorderfläche des Prismas gespiegelte Spaltbild im Gesichtsfeld über dem Spalte in dessen Verlängerung erscheint; die Vorderfläche steht alsdann senkrecht zur Axe des Fernrohrs (Anfangsstellung). Dreht man nun weiter, so erscheint bald in der oberen Hälfte des Gesichtsfeldes ein Spectrum, welches durch die Strahlen hervorgebracht wird, die an der Vorderfläche des Prismas gebrochen, an der Hinterfläche zurückgeworfen und an der Vorderfläche nochmals gebrochen, in das Fernrohr zurückkehren. Dieses Spectrum ist aequivalent mit demjenigen, welches ein Prisma von doppelt so grossem brechenden Winkel im Falle der kleinsten Ablenkung erzeugen würde, und zwar befindet sich immer diejenige Spectrallinie im Minimum der Ablenkung, welche im Gesichtsfeld die Verlängerung des Spaltes bildet; sie wird von Strahlen gebildet, welche an der Hinterfläche des Prismas unter senkrechter Incidenz zurückgeworfen wurden. Bringt man durch Drehung des Theilkreises die Spectrallinien nach und nach in diese Lage und liest jedesmal die Nonien ab, so giebt der Unterschied dieser Ablesungen und derjenigen der Anfangsstellung den Einfallswinkel i. Dreht man nach Durchmessung des Spectrums weiter, bis das an der Rückfläche des Prismas gespiegelte Spaltbild in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheint, so steht die Hinterfläche des Prismas senkrecht zur Fernrohraxe (Endstellung). Der Unterschied zwischen den Ablesungen in der Anfangs- und Endstellung von 180° abgezogen, giebt den brechenden Winkel des Prismas, welcher zugleich der zu dem Einfallswinkel i gehörige Brechungswinkel r ist, so dass man hat:

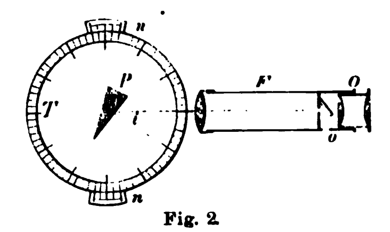


Fig. 2.

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}.$$

Beim Uebergang aus der Anfangs- in die Endstellung erscheint übrigens das Spectrum noch einmal in umgekehrter Lage, nämlich wenn die Stellung des Prismas in Bezug auf die Fernrohraxe symmetrisch ist zu derjenigen, welche es inne hatte, als das Spectrum zum ersten Male sich zeigte. Liest man auch beim Vorübergang dieses zweiten Spectrums die Linien ab, so erhält man eine zweite Beobachtungsreihe, welche die Einfallswinkel als Differenzen mit der Endstellung giebt.

Bei dieser Einrichtung spielt, wie man sieht, das Beobachtungsfernrohr zugleich die Rolle des Collimators, und letzterer kommt als besonderes Rohr ganz in Wegfall.

III. Spectroskop mit innerem Spalt.

Es liegt auf der Hand, dass das soeben beschriebene Spectrometer ohne besonderen Collimator sofort zu einem Spectroskop (Fig. 3) umgebildet werden kann. Das Prisma P aus Flintglas mit einem brechenden Winkel von 30° giebt dieselbe Dispersion wie ein solches von 60° bei gewöhnlicher Benutzung; es ist ringsum cylindrisch abgeschliffen und befindet sich in einer vor das Objectivende des Fernrohres geschraubten cylindrischen Hülse H. Es kann um eine zur brechenden Kante und

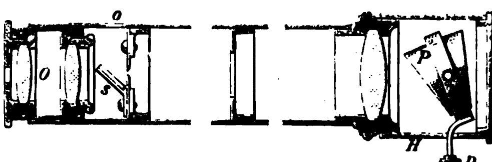


Fig. 3.

zum Spalt parallele Axe mittels eines Stiftes *p*, der durch einen Schlitz der Hülse herausragt, ein wenig gedreht werden, wodurch man sämmtliche Linien des übrigens in seiner ganzen Ausdehnung übersehbaren Spectrums nach und nach an der Mitte des Gesichtsfeldes vorbeiführen kann. Die Hinterfläche des Prismas ist versilbert. Die Spaltfläche mit dem kleinen Spiegel *s* ist in dem Objectivrohr genau in der Brennebene des Objectivs befestigt und wird durch das verschiebbare Ocular *O* betrachtet. Das Instrument ist ganz geschlossen, bis auf die kleine seitliche Oeffnung *o*, durch welche das Licht auf den kleinen Spiegel fällt. Bei dem in der Zeichnung in halber Grösse dargestellten, in der optischen Werkstatt von C. A. Steinheil Söhne in München angefertigten Modell ist der Spalt nicht verstellbar, was aber leicht eingerichtet werden könnte; auch ist noch keine Vorrichtung zu Messungen im Spectrum vorhanden, die sich aber ebenfalls leicht anbringen liesse, indem man die Drehung des Prismas, durch welche die Linien in die Mitte des Gesichtsfeldes eingestellt werden, an einer Trommel abliest, deren Umfang irgendwie, z. B. nach Wellenlängen, eingetheilt wäre.

Bemerkung zu dem Aufsatze: „Ein Meteoroskop mit Beleuchtungslaterne.“[1]

Von
Director **Eugen v. Gothard**, Astrophysikalisches Observatorium in Herény (Ungarn).

Von befreundeter Seite erfahre ich, dass ein dem meinen ganz ähnliches Meteoroskop, mit Vorrichtung zum Horizontalstellen, Libelle und Beleuchtungslaterne, schon vor Jahren von Herrn Prof. Dr. E. v. Weiss, Director der Sternwarte in Wien, construirt worden ist und dass Exemplare desselben auf der Sternwarte in Wien im Gebrauche sind.

Ich kann daher kein Prioritätsrecht für mich in Anspruch nehmen, will aber nicht unerwähnt lassen, dass ich von dem Weiss'schen Instrument keine Kenntniss hatte und mein Instrument auf Grund von Erfahrungen mit den sehr unbequemen ungarischen Meteoroskopen (wenn ich nicht sehr irre von O. Schäffler in Wien) selbstständig construirte.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ein Extractionsapparat für Laboratoriumszwecke.

Von Dr. **Theodor Weyl** in Berlin.

Der Apparat zerfällt in fünf Theile. Der Kolben *A* ist durch einen Kork mit dem Trichter *B* und durch einen auf *B* mit Wasserglas befestigten hölzernen Ring *C* mit dem Trichter *D* verbunden. Der Stiel des Trichters *D* trägt den Quecksilberverschluss *v*. In diesen passt der Theil *E*, welcher zugleich durch den Quecksilberverschluss v_1 die Verbindung mit dem Kolben herstellt. Die Mündung von *E* wird durch einen Kork mit einem Rückflusskühler *K* verbunden.

An den einzelnen Theilen des Apparates sind noch folgende Details erwähnenswerth: Der Kolben *A* fasst bis zum Abgange des Seitenrohres *p* 200 ccm. Er ist birnförmig, mit kurzem, weitem Halse. Der Trichter *B* hat einen oberen Durchmesser von 11 cm. Auf demselben ruht der hölzerne, nicht lackirte oder gefirnisste Ring *C*. Seine Dicke beträgt 2,5 cm. Er ist aus zwei Lagen trocknen Holzes zusammengeleimt.

---

[1] Diese Zeitschr. 1884. S. 387. — Wir geben der loyalen Erklärung des Verfassers gern Raum und bemerken dabei, dass uns die Existenz des Weiss'schen Meteoroskopes, abgesehen von dessen Details, nicht unbekannt war. D. Red.

Jede Lage besteht aus zwei Halbkreisen, so dass sich der Ring aus vier Theilen zusammensetzt.

Die nähere Einrichtung von C zeigt die Nebenfigur im Durchschnitt. In den Ausschnitt u auf der unteren Seite ist der untere Trichter B eingelassen; auf der oberen Seite ist eine ringförmige Rinne von etwa 1 cm Weite und 6 bis 8 mm Tiefe eingedreht. Dieselbe senkt sich allmählig zu ihrem tiefsten Punkte r, an welchem das gleichfalls mit Wasserglas befestigte, nach abwärts gebogene Rohr e' angebracht ist. In die Rinne passt der obere Trichter D. Trichter B nimmt ein Faltenfilter[1]) und auf diesem die zu extrahirende Substanz auf.

Ist der Apparat zusammengesetzt und mit dem Rückflusskühler verbunden, so werden v und v_1, und in gleicher Weise auch die Rinne des Ringes C mit Quecksilber gefüllt. Der Schluss ist ein vollkommener.



Die Dämpfe des in A erhitzten Lösungsmittels (Aether, Benzol u. s. w.) folgen der Richtung der Pfeile. Sie gehen durch das Seitenrohr p und dessen Verlängerung in den Kühler, wo sie wieder verflüssigt werden. Hierauf fliesst das Lösungsmittel durch die kugelige Erweiterung h in den Trichter D und gelangt dann durch B und die darin befindliche Substanz in den Kolben A zurück. Nach beendeter Extraction wird das Quecksilber durch die bis dahin mit Schlauch und Quetschhahn verschlossenen Auslässe e, e_1 und e' entleert.

Die Vortheile des Apparates liegen auf der Hand; er ist wenig zerbrechlich, da er aus mehreren, gegen einander genügend beweglichen Theilen besteht; die zu extrahirende Substanz lässt sich leicht in den Apparat hineinbringen und ebenso leicht ohne jeden Verlust entleeren und durch neue ersetzen. Der Apparat ist absolut aetherdicht, arbeitet ohne Verlust und bedarf keiner Beaufsichtigung.

Derselbe wurde nach meinen Angaben von Herrn Florenz Müller in Berlin hergestellt. Die Theile A und E sind dem bekannten Apparate von Drechsel entnommen.

Berlin, Februar 1885.

Referate.

Ersatz für das Chlorcalciumrohr bei Elementaranalysen.

Von S. Schmitz. *Zeitschrift für analytische Chemie.* **23.** *S. 515.*

Der Apparat hat die Form einer U-Röhre, deren beide mit eingeschliffenen Glashähnen verschlossenen und mit seitlichen Röhren versehenen Schenkel durch eine engere, in der Mitte zu einer Kugel aufgeblasene Röhre verbunden sind. Der erste Schenkel hat die Einrichtung eines Schrötter'schen Exsiccatorenaufsatzes und wird mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt; der zweite enthält eine auf einem Stückchen Platindrahtnetze stehende Stange von glasiger Phosphorsäure. Im Uebrigen sei auf das Original verwiesen. *Wgsch.*

---

[1]) Statt eines Filters lassen sich auch mehrere mit Substanz gefüllte Filter zu gleicher Zeit extrahiren. Zu diesem Zwecke legt man in den Trichter B eine mehrfach durchlöcherte Platte aus trockenem Holze. In die Oeffnungen der Platte werden die Trichter mit den Filtern hineingestellt. Diese Anordnung leistete mehrfach Dienste, z. B. bei quantitativen Fettbestimmungen im Casein.

Eine neue Form für Federn an elektrischen und anderen Messinstrumenten.

Von Prof. W. E. Ayrton u. J. Perry. *Nature. 30. S. 205.*

(Nach einem der Royal Society vorgelegten Berichte.)

Die Verfasser sind durch den Umstand, dass jede Schraubenfeder bei Druck oder Zug in der Richtung ihrer Axe ausser einer Verkürzung oder Verlängerung auch eine Veränderung in drehendem Sinne erfährt, auf den Gedanken gebracht worden, derartigen Federn eine solche Form zu geben, dass sie bei Belastung nur geringe Längenänderungen, dagegen starke Torsion erfahren. Diese soll dann unmittelbar zur Bewegung eines Zeigers benutzt werden, wobei alle mechanischen Vergrösserungsvorrichtungen, wie Multiplicationshebel oder Zahnübersetzungen, die neben Unsicherheit des Functionirens in Folge von Reibung der Abnutzung stark unterworfen sind und die Kosten der Apparate vergrössern, in Wegfall kommen können.

Eine Theorie der gewöhnlichen cylindrischen Schraubenfeder ist zuerst im Jahre 1848 von Prof. J. Thomson gegeben worden: indem die Verfasser die von letzterem angewandte Untersuchungsmethode befolgen, kommen sie zu dem Resultate, dass Federn von der Form *a* (Fig. 1), die sich bei Zug in der Richtung der Axe aufzurollen streben, für den vorliegenden Zweck am geeignetsten sein würden, glauben aber, dass die Schwierigkeiten der Herstellung dieser Art zu gross seien und wenden deshalb ihre Aufmerksamkeit der Form *b*, die sich umgekehrt bei Ausübung von Zug zusammenrollte, ausschliesslich zu.[1]) Hierbei zeigt sich, dass, um das beste Resultat (starke Drehung in Verbindung mit möglichst geringer Spannung des Materiales und nicht zu grosser Längenänderung) zu erhalten, der Querschnitt des elliptisch angenommenen Federdrahtes so dünn und so lang als möglich und die Feder so gerollt sein muss, dass die Steigung der schraubenförmigen Windung 45 bis 50° beträgt, wobei die kleine Axe des obigen Querschnittes senkrecht auf die Axe der Schraube zu richten ist. Die Art in welcher die Verfasser diese Federn bei Messinstrumenten anwenden, wird in den folgenden beiden Beispielen veranschaulicht, von denen das erste, Fig. 2, einen Wägeapparat darstellende, wohl ohne weitere Besprechung verständlich ist. Die Feder ist hier an dem oberen Querstück des Gestelles unveränderlich befestigt; ihr unteres Ende trägt den Zeiger, welcher über der auf einer flachen Schraubenfläche aufgetragenen Scale spielt, und ausserdem den Ring *P*, an welchem die Gewichtschale aufgehängt ist. Damit diese und das aufgelegte Gewicht nicht an der Drehung mit Theil nehmen und durch ihre grosse Masse den Zeiger in starke Schwingungen versetzen, ist der Aufhängedraht prismatisch verstärkt und in der Traverse *B* geführt. Dass dieses Instrument nur geringe Genauigkeit liefern kann und auch nur für solche bestimmt ist, liegt auf der Hand und geht wohl auch schon aus dem Umstande hervor, dass die Theilung nur von Zehntel- zu Zehntelpfund fortschreitet. Bei einem für feinere Wägungen berechneten zweiten derartigen Instrument ist die Scale in einer Schraubenlinie von mehreren Umgängen auf dem Mantel einer an der Drehung theilnehmenden und deshalb sehr leicht gebauten cylindrischen Trommel aufgetragen und der Index an einer der beiden Säulen fest angebracht. Da hier nur geringe Gewichte gemessen werden, so kann die Waageschale ebenfalls ganz leicht gehalten werden. Es schadet



Fig. 1.

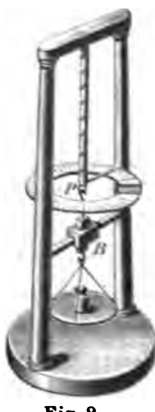


Fig. 2.

[1]) Es ergiebt sich hier von selbst das interessante Resultat, dass bei einer gewissen Schrägstellung des elliptischen oder auch rechteckigen Drahtquerschnittes die Feder vollkommen frei von Drehung hergestellt werden könnte.

daher nicht, wenn dieselbe an der Drehung Theil nimmt, wobei die Führung entbehrt und also alle äusseren Hindernisse beseitigt werden können.

Ein zweites für verhältnissmässig feine Messungen bestimmtes Instrument ist ein Elektrometer, wovon Fig. 3 einen Durchschnitt zeigt. Dasselbe ist gleichzeitig so construirt, dass es in unmittelbarster Nähe einer starken elektromotorischen Maschine aufgestellt werden kann, ohne Schaden zu nehmen, und bietet auch in seiner sonstigen Einrichtung manches Interessante. Der innere hohle Cylinder besteht im oberen Theile $B\,B$ aus weichem Eisen, im unteren $D\,E$ aus Messing oder anderem nicht magnetischen Metall. Der äussere Cylinder $C\,C$, sowie die beiden Bodenplatten $F\,F$ und $G\,G$ sind gleichfalls aus Schmiedeeisen hergestellt. In Folge dieser Anordnung entsteht, wenn der zu messende Strom durch die in dem Raume zwischen den beiden Cylindern enthaltenen Windungen isolirten Drahtes geschickt wird, zwischen D und E, den Polen des Elektromagneten, ein starkes magnetisches Feld, wodurch der cylindrische Anker A kräftig nach unten gezogen wird. A ruht auf einer Messingscheibe S, an welcher gleichzeitig das untere Ende der Schraubenfeder befestigt ist. Das obere Ende der letzteren ist an einer Hülse H befestigt, die in dem Deckel der inneren Höhlung fest eingeschraubt ist. Durch das Innere der Feder ist eine in S befestigte Axe $K\,L$ geführt, die bei K und L leicht drehbar und in ihrer Richtung verschiebbar gelagert ist und oben den Zeiger Z trägt, welcher über der Scale $Y\,Y$ spielt. Diese ist, um Parallaxe beim Ablesen zu vermeiden, auf Spiegelglas getheilt. Um neben der groben Justirung durch die stärkere oder schwächere Bewicklung auch noch eine feinere Veränderung der Empfindlichkeit ausführen und es dadurch ermöglichen zu können, dass ein Pars der Scale genau einer ganzen Anzahl Volt oder Ampère entspricht, ist in dem messingenen Cylinderstück $D\,E$ der Weicheisenkern N ein- und ausschraubbar. Je nach der Entfernung desselben von dem Eisencylinder $B\,B$ wird die Einwirkung auf den Anker grösser oder geringer. — Bei einem zweiten in unserer Quelle in Abbildung dargestellten einfacheren Instrumente steckt der längere und dünnere röhrenförmige Anker direct im Innern einer blossen Drahtrolle. Die Verbindung desselben mit der Feder ist der oben beschriebenen im Wesentlichen gleich, die durch die Feder gesteckte Axe dagegen ist unbeweglich am Deckel des Instrumentes befestigt und dient dem unteren Ende der Feder nur zur Führung. In Folge dessen muss der Anker direct als Träger des Zeigers fungiren und ragt zu diesem Zwecke oben entsprechend weit aus dem Innern der Rolle hervor.



Fig. 3.

Die von der Feder ausgeführte Drehung ist proportional dem in axialer Richtung ausgeübten Zuge; daraus geht hervor, dass die Scale bei den obigen Wägeapparaten vollkommen gleichmässig ist. Bei den Elektrometern ist dies nur näherungsweise der Fall. Bezeichnet K das Potential des magnetischen Feldes auf den Anker A, C den elektrischen Strom in Ampère, so ist die auf den Anker ausgeübte Anziehung:

$$\frac{K\,C^2}{1+S\,C},$$

wo S eine Constante bedeutet, welche um so grösser ist, je geringer der Strom ist, der den Anker mit Magnetismus sättigt. Ist dann der für die obige Anziehung von der Feder ausgeführte Drehungswinkel gleich φ, so erhält man:

$$\varphi = \frac{K\,C^2}{1+S\,C},$$

wofür man, solange $S\,C$ so gross ist, dass man bei Entwicklung des Bruches nach

Potenzen von $\frac{1}{S}$ sich mit dem zweiten Gliede begnügen darf, auch schreiben kann:

$$\varphi = \frac{K}{S}\left(C - \frac{1}{S}\right).$$

Da sich nun die Anfangsstellung des Ankers so wählen lässt, dass das Potential K durch die Anziehung praktisch ungeändert bleibt, so ist der Ausschlagswinkel für so starke Ströme, für welche $\frac{1}{S}$ noch gegen C verschwindend bleibt, der Stromstärke proportional. Es tritt dies bei obigen Instrumenten etwa ein, wenn φ den Werth 5° erreicht; deshalb ist die Scale erst von diesem Punkte aus getheilt.

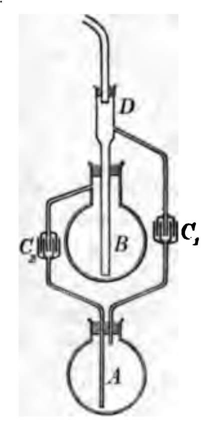
Die von den Verfassern aus verschiedenen Materialien, Silber, Phosphorbronce und Stahl hergestellten Federn sind von rechteckigem Drahtquerschnitt und bei einer Steigung von 45° so gewickelt, dass die auf einander folgenden Windungen sich fast berühren, wobei sich der Durchmesser direct aus den Querschnittsdimensionen ergiebt.

Eine Schwierigkeit, die sich dadurch entgegenstellt, dass die neu hergestellten Federn in Folge des Processes der Wicklung eine starke Tendenz haben, schon durch verhältnissmässig geringe Kräfte bleibende Formveränderung zu erleiden, beseitigen die Verfasser, indem sie die neue Feder solange mit grossen Gewichten spannen und recken, bis sie an die Grenze der bleibenden Veränderlichkeit gekommen ist, worauf dieselbe dann vollkommen verlässlich wird.

In dem ausführlicheren, der *Royal Society* vorgelegten Bericht geben die Verf. ausser einer jedenfalls interessanten Methode, wie man derartige Federn zur directen Bestimmung des Verhältnisses der Elasticitätsmodel für Biegung und Torsion benutzen könne, noch eine an einem Modell veranschaulichte Combination bifilarer und Schraubenfeder-Aufhängung, bei welcher ebenfalls starke Drehung bei geringer Axialverschiebung erreicht ist. *Ln.*

Apparat zum Ersatz des Ausschüttelns mit Aether, Ligroine u. s. w.

Von Dr. H. Schwarz. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **23.** *S. 368.*



Zur Extraction von Lösungen mit Aether oder anderen Flüssigkeiten von geringerem specifischem Gewicht wird vom Verfasser der nebenstehend abgebildete Apparat angegeben. B enthält die zu extrahirende Flüssigkeit. In A wird Aether im Sieden erhalten; die Dämpfe steigen durch C_1 nach D und werden in einem auf D aufgesetzten Rückfluss-Kühler condensirt. Die Aethertröpfchen fliessen dann durch D in den Kolben B und steigen in der Lösung auf, wobei sie derselben den zu extrahirenden Körper entziehen. Der über der Lösung sich ansammelnde Aether fliesst durch C_2 nach A zurück. Beachtenswerth ist die Verbindung der Röhrenstücke mittels der Quecksilberverschlüsse C_1 und C_2. Der Apparat wird von Greiner & Friedrichs in Stützerbach, Thüringen, verfertigt. *Wgsch.*

Neue Methode für die directe Messung absoluter magnetischer Intensitäten.

Von A. Leduc. *Compt. Rend.* **99.** *S. 186.*

Das Quecksilbergalvanometer von Lippmann, über welches wir in dieser Zeitschrift 1884 S. 324 berichtet haben, und dessen Angaben die elektrischen Grössen nach den Dimensionen der Quecksilberkammer unmittelbar in absoluten Einheiten (Centimeter, Gramm, Secunde) berechnen lassen, wird hier zur Messung von magnetischen Intensitäten benutzt. Der Apparat ist in zwei Formen hergestellt, einmal zur Messung stärkerer Intensitäten mit einer Genauigkeit von etwa ein Hundertel, das andere Mal für schwächere Inten-

sitäten mit zehnfacher Genauigkeit. Die Quecksilberkammer ist 1 cm breit und hoch und 0,1 mm dick; die zugehörigen Manometerschenkel haben einen Durchmesser von 2 bis 4 mm. In der ersten Anordnung ist der eine Schenkel 30 cm hoch, der andere endigt in halber Höhe in einem Gefässe von 2 cm Durchmesser; bei der zweiten Anordnung erweitert sich der längere Schenkel ein wenig über der Stelle, an der er aufwärts gebogen ist, zu einem Gefässe, an welches sich ein 80 cm langes Rohr anschliesst; letzteres ist mit Wasser gefüllt; die Grenzfläche zwischen dem Wasser und dem Quecksilber liegt in der Mitte dieses Gefässes; der kürzere Schenkel ist bei dieser Construction nur 10 cm hoch. Aus den Steighöhen des Quecksilbers bei Durchgang eines Stromes von bekannter Intensität lässt sich, wenn die Dimensionen des Apparates bekannt sind, die Intensität eines Magneten, der die Kammer umschliesst, in absoluten Einheiten bestimmen. *L.*

Neuer Apparat zur Gewinnung von fester Kohlensäure.

Von Ducretet. *Compt. Rend.* ***99.*** *S. 235.*

Herr Ducretet hat nach Angaben von Cailletet folgenden Apparat zur Darstellung fester Kohlensäure construirt. Auf ein cylindrisches Gefäss lässt sich mittels Bajonettverschlusses ein Deckel aufsetzen, welcher von einer engen, schräg gestellten und fast bis zum Boden des Cylinders reichenden beiderseits offenen Röhre durchsetzt ist. Eine weitere Röhre, welche zugleich als Griff dient, geht durch den Boden des Gefässes und reicht bis in die Nähe des Deckels; sie ist an dem aus dem Apparat ragenden Ende offen. An dem anderen Ende besitzt sie nur einige enge Oeffnungen, ebenso an einer zweiten Stelle innerhalb des Cylinders in der Nähe seines Bodens. Diese engen Oeffnungen sind mit feinem Metalldrahtnetz bedeckt. Der ganze Apparat besteht mit Ausnahme des Bajonettverschlusses und einiger die einzelnen Theile zusammenhaltender Metallfassungen aus Ebonit. Lässt man durch die schräge Röhre flüssige Kohlensäure einströmen, so füllt sich der Cylinder mit fester Kohlensäure, während das Gas durch die mit Drahtnetz bedeckten Oeffnungen entweicht. Der Apparat soll bessere Ausbeuten geben als die bisher üblichen Blechbüchsen, was sich aus der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Ebonits leicht erklärt. *Wgsch.*

Die mathemetischen Instrumente des Brescianer Grafen Giambattista Suardi.

Von Prof. E. Gelcich. *Zeitschr. f. Math. u. Phys.* ***30.*** *Hist.-Lit. Abth. S. 1.*

Verfasser, unseren Lesern durch seine interessanten historischen Untersuchungen über nautische Instrumente bekannt, macht hier auf die mathematischen Instrumente des Grafen Suardi aufmerksam, der etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in einem grösseren Werke eine Anzahl von mechanischen Apparaten beschrieb, mittels welcher sich eine Reihe von Curvengattungen construiren lassen. Bei dem neuerdings wieder mehr hervorgetretenen Bestreben, Curven auf mechanischem Wege zu beschreiben, dürfte der Hinweis auf dieses Werk für einen Theil unserer Leser nicht unwichtig sein. Namentlich eines der beschriebenen Instrumente beansprucht besonderes Interesse, da dasselbe bei einer Reihe von Apparaten praktische Anwendung fand. Es ist dieses die geometrische Feder. Auf einer drehbaren Alhidade ist ein fester Cylinder so angebracht, dass seine Axe senkrecht über dem Drehungspunkte der Alhidade liegt. In der Alhidade befindet sich ein Längsausschnitt, in welchem ein Schieber beweglich ist, der mittels einer Schraube an beliebiger Stelle festgeklemmt werden kann. Senkrecht auf diesem Schieber ist ein zweiter kleinerer und beweglicher Cylinder angebracht, der bei seiner Drehung einen Stift mitnimmt. Von einem Punkte des grösseren Cylinders führt eine Schnur zum kleineren Cylinder, die mehrere Male um letzteren gewickelt und endlich an demselben befestigt ist. Dreht man nun die Alhidade im Kreise herum, so

wickelt sich der Faden von der Mantelfläche des kleinen Cylinders ab und auf diejenige des grösseren auf. In dem Maasse der Drehung des kleinen Cylinders beschreibt dann der Stift eine Curve, deren Form und Eigenschaften durch mehrere Factoren, Halbmesser der Cylinderbasis, Art der Aufwicklung der Schnur u. s. w. bestimmt werden. Bei einem Exemplar betrug die Anzahl der möglichen Curven 1273. Bei der wirklichen Ausführung des Apparates werden Schnur und Cylinder besser durch Zahnräder ersetzt. — Man erkennt sofort, dass dieses Princip bei zahlreichen Instrumenten jeder Gattung Verwendung findet, so bei den Planetarien, bei den Dromoskopen von Paugger und Garbich (vgl. diese Zeitschr. 1883 S. 345 u. 350) u. s. w.

Interessant ist auch ein Apparat, dessen Curven Formen zeigen, nach welchen die Blätter der Pflanzen gezeichnet zu sein scheinen. Das Princip desselben ist folgendes: man trägt einen beliebigen Bogen von einem Punkte A der Peripherie eines Kreises mehrere Male ab; dann zieht man den Durchmesser $A\,B$ und trägt denselben Bogen nach derselben Richtung des Kreises auf. Hat man dann vom Mittelpunkt des Kreises aus nach den zuerst erhaltenen Punkten Radien, von A aus aber nach den zuletzt erhaltenen Punkten Sehnen gezogen, so sind die Durchschnittspunkte dieser Linien Punkte der fraglichen Curven.

Wir können auf die zahlreichen anderen von Prof. Gelcich mitgetheilten Apparate hier nicht näher eingehen und müssen diejenigen Leser, die sich für derartige Einrichtungen interessiren, auf das Original verweisen, das sich wohl in jeder grösseren Bibliothek vorfindet. Das Werk führt den Titel: *Nuovi istromenti per la descrizione di diverse curve antiche e moderne, e di molte altre che servir possono alla speculazione de' Geometri ed all' uso de' Pratici. Col progretto di due nuove macchine per la nautica ed una per la meccanica, e con alcune osservazioni sopra de' poligoni rettilinei regolari. Del Conte G. Suardi. Brescia 1752.* *W.*

Ueber die Bedingungen und Fehler von Objectiven aus zwei Linsen.

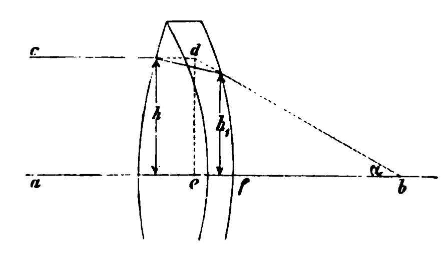
Von Dr. A. Steinheil. *Astron. Nachr. No. 2606.*

Um zu untersuchen, ob ein Objectiv allen an dasselbe zu stellenden Bedingungen genügt, verfolgt Verf. trigonometrisch den Weg zweier Strahlen, die von einem unendlich entfernten, in der optischen Axe liegenden Objecte kommen, unter sich und mit der optischen Axe parallel gehen und das Objectiv an zwei Punkten seiner Oeffnung, der eine nahe am Rande, der andere nahe an der Axe treffen. Dies Verfahren genügt auch, die für die Erzielung eines möglichst guten Effectes nöthigen Formen zu finden. Bei Berechnung complicirterer Systeme wandte Verf. die von Prof. L. v. Seidel aufgestellten Formeln an, welche als Hauptelemente bei Verfolgung eines Strahles, nach der Brechung an jeder Fläche, die Durchgangshöhen über der Axe und den Neigungswinkel gegen dieselbe geben.

Die Bedingungen, welche erfüllt werden müssen, sind folgende: 1. Bestimmung der wahren Brennweite oder des sogenannten Maassstabes des Systems, 2. Hebung des Farbenfehlers, 3. Hebung des Kugelgestaltfehlers, 4. Hebung der Verzerrung und 5. Hebung der Ungleichheit in den Grössen verschiedenfarbiger Bilder, d. h. Herstellung gleich grosser Bilder von zweierlei Farben.

Verfolgt man trigonometrisch den Weg eines parallel zur Axe $a\,b$ eines Linsensystems (S. Fig.) einfallenden Strahles $c\,d$ durch dasselbe, indem man diejenigen Brechungs-Coefficienten wählt, welche der Farbe der grössten Intensität angehören, so findet sich bei beliebig angenommener Eintrittshöhe h an der ersten Fläche eine bestimmte Austrittshöhe h_1 an der letzten Fläche. Hieraus und durch den Neigungswinkel α des austretenden Strahls gegen die Axe ist die Entfernung zwischen den Punkten f und b gegeben, in welchen die letzte Fläche des Systems und der brechende Strahl die Axe

schneiden. Diese Entfernung ist die Vereinigungsweite eines Systems, nicht die Brennweite. Der Endpunkt *b* der Vereinigungsweite, der Ort, in welchem der obige Strahl die Axe schneidet, ist zugleich der Endpunkt der Brennweite, der zweite Brennpunkt nach der Gauss'schen Theorie. Der Anfangspunkt *f* der Vereinigungsweite jedoch, der Punkt, an welchem die letzte Fläche die Axe schneidet, fällt nicht mit dem Anfangspunkte *e* der Brennweite zusammen; letzterer ist derjenige Punkt der Axe, in welchem sie von einer auf ihr errichteten Senkrechten getroffen wird, die durch den Schnittpunkt *d* der Verlängerung des eintretenden und zugehörigen austretenden Strahls geht. Dieser Punkt *e* ist der Gauss'sche zweite Hauptpunkt. Die Entfernung zwischen Hauptpunkt *e* und Brennpunkt *b* ist die wahre Brennweite eines Systems. Sind Anfangspunkt und Endpunkt der Brennweite bekannt, so ist die erste Bedingung erfüllt und der Maassstab des Systems gegeben.



Von den weiteren vier Bedingungungen beziehen sich nur die zweite und dritte auf den Brennpunkt, die beiden anderen auf den Hauptpunkt des Systems. Zur Erörterung dieser Bedingungen wählt Verf. einen parallel zur Axe nahe am Rande des Objectives einfallenden Strahl. Verfolgt man bei diesem Randstrahl nach seiner Zerlegung, die er bei der ersten Brechung erleidet, ausser dem Strahle von grösster Intensität auch noch einen zweiten von stärkerer Brechbarkeit, so werden für diese beiden Strahlen bei fehlerhaftem Objective zwei Brennpunkte und zwei Hauptpunkte erhalten. Treffen beide Strahlen die Axe an derselben Stelle, so ist die zweite Bedingung erfüllt und der Farbenfehler ist gehoben. — Schneidet von den beiden Randstrahlen derjenige von grösster Intensität die Axe an derselben Stelle, an welcher sie von einem Strahle gleicher Farbe, der nahe der Axe einfiel, getroffen wurde, so ist die dritte Bedingung erfüllt und die Kugelabweichung erscheint corrigirt. — Hat der Randstrahl von grösster Intensität denselben Hauptpunkt wie der gleichfarbige Axenstrahl, so ist der vierten Bedingung Genüge geleistet und das Objectiv ist frei von Verzerrung. — Haben endlich die beiden Strahlen, in welche der einfallende weisse Randstrahl zerlegt wurde, denselben Hauptpunkt, so ist die fünfte Bedingung erfüllt und die verschiedenfarbigen Bilder haben gleiche Grösse. — Ein zweilinsiges Objectiv ist somit möglichst gut vereinigt, wenn ein Axenstrahl von grösster Intensität mit den beiden Strahlen, welche ursprünglich dem weissen Randstrahl angehört haben, denselben End- und denselben Anfangspunkt der für diese drei Strahlen gleichen wahren Brennweite hat. Hierbei müssen diejenigen Theile des Spectrums, die zur Vereinigung gebracht werden sollen, den verwendeten Glassorten entsprechend gewählt werden. Es empfiehlt sich, den Strahl, für welchen der Farbenfehler streng gehoben wird, nicht ganz am Rande des Objectivs anzunehmen, sondern etwas tiefer und zwar soviel, bis die Seitenabweichung, welche der ganz am Rande einfallende Strahl stärkerer Brechbarkeit bedingt, ebenso gross ist wie die grösste, welche von einem näher der Axe einfallenden Strahl gleicher Brechbarkeit bedingt wird. Hierbei schneidet der am Rand einfallende Strahl stärkerer Brechbarkeit hinter der Bildebene, der tiefer einfallende vor derselben und ihre Seitenabweichungen in der Bildebene müssen gleich gross sein. — Wählt man für die Einfallshöhe des Rand- und des Axenstrahles die gleiche Höhe, so kann man an den Austrittshöhen direct sehen, ob die Anfangspunkte der Brennweite die gleichen sind.

Was die Elemente anbelangt, mittels welcher die einzelnen Bedingungen erfüllt werden, so ist mit der Annahme der Brennweite der ersten Linse der Maassstab bestimmt; nur für eine Brennweite der zweiten Linse können dann die Farben richtig vereinigt werden, so dass die Erfüllung der zweiten Bedingung von der richtigen Wahl

der Brennweite der zweiten Linse abhängt. Die dritte Bedingung kann bei jeder Vertheilung der Brechung der positiven Linse in ihre beiden Flächen durch entsprechende Annahme der Vertheilung bei der negativen Linse erfüllt werden. Ist letzteres der Fall, so kann bei einer bestimmten Form der positiven Linse auch der vierten Bedingung Genüge geleistet werden, während das Dickenverhältniss der beiden Linsen zur Erfüllung der fünften Bedingung verwendet werden muss.

Es werden dann die Elemente zweier Objectivconstructionen, eines mit Crownglas, eines mit Flintglas in der Richtung der auffallenden Strahlen mitgetheilt, bezüglich welcher auf das Original verwiesen werden muss. Hieran wird die Bemerkung geknüpft, aus den verschiedenen Formen, welche die beiden Constructionen bedingen, folge, dass es nicht statthaft sei, ein Objectiv in seiner Fassung umzukehren und dass man ungerecht urtheile, wenn man von einem grossen Objectiv publicire, es sei nicht gut, nachdem man es in der Fassung umgekehrt habe gegen jene Lage, in welcher es berechnet und geliefert war.

Verf. geht hierauf dazu über, die Methoden zu besprechen, mittels welcher sich erkennen lässt, ob ein Objectiv allen Voraussetzungen entspricht. Zu diesen Voraussetzungen gehören nicht allein die besprochenen durch die Theorie vorgeschriebenen Bedingungen, sondern auch eine Reihe von Anforderungen, welche sich auf das Material und die Ausführung beziehen. Bezüglich des Materials muss verlangt werden, dass das zur Anwendung kommende Glas homogen sei, jedes Stück in allen seinen Theilen von gleichmässiger Zusammensetzung, amorph (nicht krystallinisch), frei von Wellen (Stellen von anderer Brechbarkeit), von Steinchen (nicht geschmolzenen Theilen), sowie frei von Blasen oder Schlieren (Wänden oder Wolken von kleinen Blasen). Was die Voraussetzungen betreffs der Ausführung betrifft, so muss verlangt werden, dass sämmtliche Flächen streng sphärisch sind, dass die optischen Axen der verschiedenen Linsen in eine Linie zusammenfallen und dass die Fassung der Linsen derartig ist, dass sie nicht verbogen werden. — Um die Natur der verschiedenen Fehler studiren zu können, hat Verf. dieselben einzeln zur Darstellung gebracht und zu diesem Zwecke Objective construirt, von denen jedes nur einen Fehler hat. Diese zu Lehrzwecken geeigneten Objective können vom Verfasser bezogen werden.

Der Natur der Fehler entsprechend werden diejenigen, welche den Bildpunkt in der Axe stören, von den Fehlern unterschieden, welche sich beim Bilde ausser der Axe, also bei einem Bilde von grösserer Ausdehnung bemerkbar machen. Zum Studium der ersteren empfiehlt es sich, das Bild eines einfachen Lichtpunktes zu betrachten, indem man mit dem Fernrohre auf einen hellen Lichtpunkt, z. B. das Bild der Sonne auf einer polirten Kugel aus schwarzem Glas und von kleinem Durchmesser einstellt und nun die Lichtvertheilung in den Scheibchen beobachtet, in welche das Bild auseinandergeht, wenn man das Ocular in der Richtung der optischen Axe successive verschiebt, so dass man mit dem Ocular als Lupe die Querschnitte des Lichtkegels vor und hinter der Bildebene betrachtet.

Ehe Verf. nun dazu übergeht, zu beschreiben, wie sich die einzelnen Fehler äussern, macht er auf die Nothwendigkeit aufmerksam, zuvörderst das beobachtende Auge zu untersuchen, und bringt zu diesem Zwecke folgendes Verfahren in Vorschlag: Man accomodire das Auge, wenn es nicht schon an und für sich kurzsichtig ist, durch ein Brillenglas auf eine Entfernung von 16 bis 22 Centimeter und bringe an diese Stelle die oben erwähnte polirte Kugel. Entfernt man dann die Kugel in der Richtung der Sehaxe, so wird das Bild gleich auseinander gehen; nähert man die Kugel dem Auge, so wird das Bild noch so lange unverändert erscheinen, bis die Annäherung so gross ist, dass sie nicht mehr durch Accomodation überwunden werden kann; bei noch stärkerer Annäherung geht dann das Bild gleichfalls auseinander. Ist nun das Auge fehlerfrei, so geht das Bild nach

beiden Richtungen hin in runde, gleichmässig hell erleuchtete Scheibchen auseinander, während bei fehlerhaften Augen die Form und Lichtvertheilung dieser Scheibchen verschieden wird. Bei regelmässigem Astigmatismus erscheinen die Scheibchen oval und die Richtungen des längeren und kürzeren Durchmessers wechseln beim Durchgang durch die Bildebene. Bei weniger durchsichtigen Stellen im Auge erscheint die Helligkeit an einzelnen Stellen geringer. — Die Fehler, die man auf diese Weise im beobachtenden Auge findet, müssen bei der Prüfung des Objectives natürlich berücksichtigt werden.

Verf. wendet sich nun zur Erörterung des Einflusses der verschiedenen Fehler; zunächst derjenigen, welche den Bildpunkt in der Axe stören. Von Fehlern, die in der Construction des Objectivs liegen, kommen hierbei der Farben- und Kugelgestaltfehler in Betracht, die zweite und dritte unserer Bedingungen. Werden die Fehler nichtcompensirt genannt, wenn sie in dem Sinne liegen, wie bei einer einfachen positiven Linse, so wird, wenn der Farbenfehler nichtcompensirt ist, also die stärker brechbaren Strahlen zu kurze Brennweite haben, beim Hineinschieben des Oculars das Scheibchen aussen roth erscheinen; ist der Farbenfehler übercompensirt, haben also die stärker brechbaren Strahlen zu lange Brennweite, so erscheint das Scheibchen beim Herausschieben des Oculars roth, bei kleinem Fehler orange begrenzt. — Ist der Kugelgestaltfehler nichtcompensirt, haben also die Randstrahlen gegen die gleichgefärbten Axenstrahlen eine zu kurze Brennweite, so ist das Scheibchen beim Hineinstellen des Objectivs aussen scharf begrenzt, erscheint dagegen beim Herausstellen am Rande strahlig. Ist der Kugelgestaltfehler übercompensirt, also die Brennweite der Randstrahlen länger als die der Axenstrahlen, so findet das Umgekehrte statt.

Von Fehlern der Ausführung kommen zunächst die Gestaltfehler in Betracht, Abweichungen von der Sphäricität. Dieselben sind wegen der Art, wie polirt wird, meistens concentrisch, verursachen, dass ein Theil des Lichts an anderen Stellen vereinigt wird und stören dadurch die Gleichmässigkeit der Lichtvertheilung in den Scheibchen. — Die Centrirungsfehler treten verschieden auf, je nachdem die optischen Axen der beiden Linsen parallel zu einander verschoben, oder gegen einander geneigt sind. Im ersteren Falle ist das Sonnenbildchen auf der Kugel einseitig roth, im anderen Falle erscheint die Helligkeit beim Verschieben des Oculars ungleich vertheilt, die eine Seite sehr hell und scharf begrenzt, die andere Seite verschwommen auseinandergehend. — Sind die Linsen in der Fassung verbogen oder einzelne Flächen durch zu starken oder unregelmässigen Druck beim Poliren verspannt, so erleiden die Scheibchen Veränderungen wie beim Astigmatismus des Auges. — Den geringsten Einfluss auf die Güte der Bilder haben Kratzen und Risse in den polirten Flächen; sie sind im Effect kaum bemerkbar, selbst wenn sie schon recht gross sind.

Von den Materialfehlern wirken Steinchen, Blasen und Schlieren nicht stark störend. Sie nehmen etwas Licht und verursachen, wenn sie sehr stark sind, durch Reflection einen Schein im Bilde, indem das reflectirte Licht nicht mit zum Hauptbilde vereinigt wirkt. — Sehr störend dagegen sind die Wellen, weil bei diesen verhältnismässig grosse Theile des Lichts, welche von einem Punkte auf das Objectiv fallen, falsch gebrochen werden und an anderen Stellen als in der Bildebene zur Vereinigung kommen. Die Wellen können gesehen werden, wenn man ein Fernrohr auf ein helles Object richtet, das Ocular abschraubt und das Auge in den Brennpunkt des Objectives bringt; hierbei soll die ganze Objectivfläche gleichmässig beleuchtet erscheinen und die Wellen sind an anderer Intensität erkennbar.

Nachdem Verf. so die Fehler behandelt hat, welche den Bildpunkt in der Axe stören, bespricht er noch diejenigen Fehler, welche durch Nichterfüllung der vierten und fünften Bedingung entstehen, und zwar durch Ungleichheiten der wahren Brennweite entweder zwischen Mitte und Rand des Objectives (Verzerrung), oder zwischen

zweierlei gefärbten Strahlen (ungleiche Grösse der verschiedenfarbigen Bilder). Ist ein Objectiv frei von (Kugelgestalt- und) Verzerrungsfehlern und richtet man dasselbe auf eine entfernte dunkle gerade Linie auf hellem Grunde, so bleibt die Linie gerade, während man das Objectiv neigt; das Bild biegt sich dagegen nach der einen oder der anderen Seite, je nachdem die wahre Brennweite für den Rand länger ist oder für die Axe. Im ersteren Falle würden die Linien eines Quadrats nach aussen concav, im letzteren convex erscheinen. — Bei Objectiven aus nur zwei Linsen treten Fehler in der Farbenvergrösserung schwer auf, wenn nicht gleichzeitig ein zweiter Fehler, entweder Verzerrung oder Farbenfehler, damit verbunden ist. Der Effect dieser Fehler besteht dann darin, dass bei ausgedehnteren Bildern am Rande farbige Säume entstehen; diejenige Farbe erscheint nach aussen deren wahre Brennweite die grössere ist.

Die vorstehenden Ausführungen des Verfassers enthalten naturgemäss viel Bekanntes, aber immerhin ist es von grossem Interesse, über die Bedingungen und Fehler von Objectiven aus zwei Linsen durch einen so hervorragenden Praktiker orientirt zu werden. Recht befriedigt kann man aber mit der Abhandlung doch nicht sein, da sie unwillkürlich den Wunsch erweckt, zu erfahren, in welcher Weise Verf. bei seinen Objectiven die besprochenen Bedingungen erfüllt und die erwähnten Fehler vermeidet. Vielleicht giebt Verf. in einer zweiten Abhandlung hierüber Aufschluss. *W.*

Eine elektrische Sirene.

Von R. Weber *in Neuchâtel. Journ. de Phys. II. 3. S. 535.*

Im Zeitalter der Elektricität kann es nicht Wunder nehmen, dass auch die Sirene, dieser zur Demonstration akustischer Gesetze dienende Apparat, die Hilfe der neuerdings alle Gebiete beherrschenden Naturkraft in Anspruch nimmt. In obiger Abhandlung giebt Herr R. Weber in Neuchâtel die Beschreibung einer *elektrischen Sirene*, welche nach den mitgetheilten Untersuchungsergebnissen zum Studium der akustischen Phänomene durchaus geeignet zu sein scheint.

Der Apparat hat in seiner einfachsten Construction folgende Form: Ein Zahnrad ist auf einer Axe, um welche seine Rotation stattfindet, befestigt; die Einschnitte des Zahnrades sind mit einer isolirenden Masse derart ausgefüllt, dass die äussere Peripherie des Rades vollkommene Kreisform hat. Gegen den Rand des Rades stützt sich eine Feder, welche mit ihrem anderen Ende auf einer festen Unterlage befestigt ist und hier mit einem Metalldrahte in Verbindung steht; dieser Draht geht zu dem einen Pol einer Batterie, dessen anderer Pol mit einem Telephon verbunden ist; vom Telephon endlich führt ein Leitungsdraht zur Umdrehungsaxe des Zahnrades. Der elektrische Strom geht von der Batterie durch das Telephon nach der Rotationsaxe, von dieser zum Zahnrade, der Feder und zum anderen Pole der Batterie zurück. Da die Feder sich bei der Umdrehung des Rades abwechselnd auf einen Zahn oder auf einen mit Isolirmasse ausgefüllten Einschnitt stützt, so ist der Strom geschlossen oder geöffnet, je nachdem die Feder einen Zahn oder einen Einschnitt berührt. Hieraus folgen rhythmische Vibrationen der Telephonmembran, aus welchen die Töne resultiren. Die Höhe des Tones ist also direct der Anzahl der Zähne des Rades und der Umdrehungsgeschwindigkeit des letzteren proportional. Die Intensität des Tones ist von der Stromstärke und der Beschaffenheit des Telephons abhängig. Die Klangfarbe endlich hängt von der Constanz der Batterie, der Form des Rades und der Feder und von dem Telephon ab.

Verfasser giebt in unserem Originale Beschreibung und Abbildung einer nach diesem Principe construirten Sirene. Dieselbe besteht aus fünfzehn Zahnrädern von je 4 cm Durchmesser, welche in gleichen Zwischenräumen von einander, 3 mm, auf einer und derselben Axe befestigt sind. Die Zahl der Zähne variirt von einem Rade zum anderen; das erste Rad hat 24, das zweite 27, das dritte 30 Zähne u. s. w. Die Zwischen-

glichen. Nach diesen Dimensionsmessungen wurden die Widerstände theoretisch bestimmt und durch elektrische Messungen verglichen. Unter der Voraussetzung, dass die Constructionsfehler sich compensiren und demnach das mittlere Resultat der elektrischen Messungen mit dem der Rechnung übereinstimmt, ergaben sich Resultate, die im Einzelnen höchstens um $^2/_{100000}$ von einander abwichen und deren Mittel als bis auf $^1/_{100000}$ genau zu betrachten ist. Von diesen Uretalons hat Herr Benoît einige Copien angefertigt, für welche er der grösseren Handlichkeit wegen folgende Construction gewählt hat: Die das Quecksilber enthaltenden Röhren sind spiralförmig gewunden; ihre Enden tauchen in etwas weitere offene Quecksilbergefässe, die durch Kautschukringe an die eigentlichen Etalons befestigt sind. Details der Messungen sind in der vorliegenden Mittheilung nicht angegeben. *L.*

Neu erschienene Bücher.

Ueber **die Erhaltung der Sonnenenergie.** Eine Sammlung von Schriften und Discussionen von Sir W. Siemens. Aus dem Englischen übersetzt von C. E. Worms. Berlin 1885. Julius Springer. M. 4,00.[1])

Die geistreiche von Sir William Siemens aufgestellte Hypothese über die Erhaltung der Sonnenenergie hat zu einer lebhaften Discussion zwischen diesem berühmten Physiker einerseits, und Faye, Hirn und anderen Gelehrten andererseits geführt, deren Inhalt in verschiedenen Zeitschriften zerstreut ist. Es war daher ein glücklicher Gedanke, die einzelnen Abhandlungen zu vereinigen, um den Fachgenossen ein übersichtliches Gesammtbild der Streitfrage zu geben. Aber auch für den mit einigen Vorkenntnissen versehenen Laien ist das kleine Werk, das den hochinteressanten Gegenstand durch eine Fülle fruchtbarer Gedanken beleuchtet, sehr zu empfehlen. Es mag daher nicht ungerechtfertigt erscheinen, durch eine gedrängte Uebersicht des Inhalts eine Anregung zum näheren Studium des Werkes zu geben.

Die Wärme, welche die Erde von der Sonne erhält, hat in historischer Zeit noch keine merkliche Verminderung erfahren. Bedenkt man nun, dass die von der Sonne ausstrahlende Wärme so gross ist, wie sie eine in jedesmal 36 Stunden vollständig verbrennende Kohlenmasse von der Grösse unserer Erde erzeugen würde, dass aber wegen des geringen Durchmessers von 17″, unter welchem die Erde von der Sonne aus erscheint, nur der 2250 millionte Theil dieser Wärme von der Erde aufgefangen wird und etwa das Zehnfache dieses Werthes von den Körpern des Sonnensystems überhaupt, so drängt sich die Frage auf, ob denn alle übrige Wärme für das Sonnensystem verloren gehe und ob nicht eine rasche Abnahme der Sonnenwärme stattfinden müsse. Die erste Frage hatte man seither immer bejahend beantwortet; die Erhaltung der Sonnenwärme pflegte man in der Regel durch die von v. Helmholtz aufgestellte und von W. Thomson weiter entwickelte Hypothese des allmäligen Schwindens des Sonnenvolumens zu erklären. Die Theile der Photosphäre, welche sich an der Oberfläche abgekühlt haben, würden darnach wegen ihres grösseren specifischen Gewichts nach unten sinken und durch die wärmere aufsteigende Flüssigkeit ersetzt werden. Doch würden diese Convectionsströme nach Siemens' Ansicht einen zu trägen Charakter besitzen, um das verlangte Resultat zu erzielen. Mayer und Waterston erklärten die Erhaltung der Sonnenwärme durch ein Hineinfallen von Planetenmaterie in die Sonne, indem hierbei die Energie der

[1]) Der Inhalt des Buches gehört zwar nicht eigentlich in das Gebiet unserer Zeitschrift, der Gegenstand ist aber ein so allgemein interessirender, dass wir nicht verfehlen wollten, unsere Leser auf das Werk aufmerksam zu machen. D. Red.

Bewegung in Wärme umgesetzt werde. Die geniale Hypothese von William Siemens besteht in Folgendem:

Siemens nimmt an, dass der Weltenraum nicht leer, sondern mit sehr dünnen Gasen, wahrscheinlich bestehend aus Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff und ihren Verbindungen, sowie auch solideren Substanzen als Staub angefüllt sei. Wenn sich nun die Sonne um ihre Axe dreht, so entsteht ein Strom dieser kosmischen Materie von den Polen nach dem Aequator. Obwohl nämlich die Anziehungskraft der Sonne die Centrifugalkraft am Aequator um das 48000 fache übersteigt, so wird doch von zwei Atomen, deren eines sich über dem Pol, das andere über dem Aequator in gleicher Entfernung vom Mittelpunkt der Sonne befindet, das erstere stärker angezogen werden als das zweite, weil dieses auch noch der Centrifugalkraft unterworfen ist. Es würden also immer neue Theilchen kosmischen Staubes und der Gase aus dem Weltenraum am Pol eintreten und am Aequator wieder weggeschleudert werden. Die Sonnenphotosphäre hat aber nach Siemens eine Temperatur von ungefähr 2800°, und die der Sonne sich nähernden Gase würden bei dieser Temperatur verbrennen. Die dadurch entstehende Wärme ist es nun, welche der Sonne ihre Temperatur erhält. Die verbrannten Gase gehen wieder in den Weltenraum hinaus, werden dort von den Sonnenstrahlen dissociirt, was wegen ihrer starken Verdünnung möglich ist, und das Spiel beginnt von neuem. Mit einem *perpetuum mobile* haben wir es freilich auch hier nicht zu thun; die Drehung der Sonne wird dadurch, dass der kosmische Staub an derselben Theil zu nehmen veranlasst wird, an Geschwindigkeit verlieren und endlich aufhören.

Auf die Begründung der Hypothese kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden, doch wollen wir die hauptsächlichsten Einwände anführen, welche von verschiedenen Gelehrten gegen die Siemens'sche Hypothese angeführt worden sind. Wir erwähnen zunächst den gegen die Grundlage der ganzen Hypothese sich richtenden Einwurf, der Weltenraum könne nicht mit Gasen erfüllt sein, da diese selbst bei grosser Verdünnung der Bewegung der Planeten einen merklichen Widerstand entgegenstellen würden. Nach Laplace habe das Sternenjahr seit 3000 Jahren, wenn man ungenauen Beobachtungen Glauben schenken solle, möglicherweise um 90 Secunden zugenommen, und um diese Verzögerung hervorzubringen, rechnet Hirn aus, dürfen die Gase im Weltenraum nur eine Dichtigkeit besitzen, die einem Gewicht von 0,000 000 000 144 Milligramm pro Kubikmeter entspricht. Siemens entgegnet, wenn durch das widerstehende Medium die Geschwindigkeit der Erde verlangsamt worden sei, so habe sich infolgedessen auch ihre mittlere Entfernung von der Sonne vermindert; damit aber sei nach dem dritten Keppler'schen Gesetz eine kürzere Umlaufszeit verbunden und so lasse sich die geringe Zunahme der Jahreslänge sehr wohl erklären. Ausserdem aber sei der Widerstand, den ein im unbegrenzten Medium sich bewegender Körper erfahre, bedeutend geringer als im begrenzten Medium, wie aus den Versuchen der Ingenieure Fowler und Baker hervorgegangen sei. Von den genannten Ingenieuren wurden nämlich auf einer kleinen Insel im Frith of Forth drei anemometrische Platten aufgestellt, deren eine, die mittlere, viereckig war und 27 qm Fläche hatte, während jede der beiden andern, daneben aufgestellten Platten von kreisförmiger Gestalt 0,18 Quadratmeter enthielt. Man fand, dass derselbe Wind pro Quadratmeter einen Druck von 65,1 kg auf die kleinen, dagegen nur 35,3 kg auf die grosse Platte ausübte. Der Widerstand, den die enorme Oberfläche eines Planeten erführe, überschreite daher wohl nicht den tausendten Theil' des bisher immer von den Physikern angenommenen Widerstandes. Inwieweit diese jedenfalls frappirende Ansicht auf Richtigkeit beruht, möchten wir allerdings noch dahingestellt sein lassen. Endlich, meint Siemens, könne er sich sogar mit der geringen, von Hirn noch für zulässig gehaltenen Dichtigkeit genügen lassen.

Ein weiterer von Hirn erhobener Einwand ist der, dass die Intensität des Lichts der Sterne viel rascher als im umgekehrten quadratischen Verhältniss der Entfernung abnehmen müsste, weil ja ein Theil desselben auf die Dissociation der Gase verwandt würde. Andererseits ginge alles Sternenlicht, welches bis zu uns gelange und in vielen Fällen schon jahrelang unterwegs sei, für die Dissociation verloren. Siemens giebt beides vollkommen zu, seine Hypothese gerathe dadurch jedoch nicht ins Schwanken. Im Grunde ist die nach der Verbrennung wieder erfolgende Dissociation der Gase überhaupt für die Theorie von der Erhaltung der Energie der Sonne nur nebensächlich. Das Hauptgewicht ist darauf zu legen, dass die Sonne auf ihrem Weg durch den Weltenraum unverbrannte Gase vorfindet. Ob sie dieselben nach der Verbrennung wieder dissociirt, ist nur für die Fixsterne von Interesse, welche hinter ihr desselben Weges kommen. Je mehr freilich die zu einem System gehörigen Fixsterne von der ausgestrahlten Energie auf die Dissociation der verbrannten Gase verwenden, auf um so längere Zeit hinaus wird sich ihre strahlende Energie auch wieder ersetzen können.

Die Temperatur der Sonne nimmt Hirn ungefähr siebenmal so hoch an als Siemens, nämlich zu 20000°. Er beruft sich unter anderem auf den von Clausius gefundenen Satz, dass eine Temperatur nicht durch einfache Concentration der Strahlen erhöht werden kann. Wenn man z. B. mit Hilfe eines concaven Spiegels die ganze Wärmemenge, welche von einem 100° warmen Körper ausgestrahlt wird, vollständig ansammeln könnte, so würde ein im Focus befindliches Thermometer nicht über 100° steigen. Würde man mit Hilfe concaver Spiegel und Linsen die Sonnenstrahlen auf eine Oberfläche von sehr geringem Flächeninhalte concentriren, so könnte die von einem im Concentrationspunkte aufgestellten Thermometer angegebene Temperatur im Vergleich zu der wirklichen Temperatur der Sonne nur ein Minimum sein. Durch blosse Concentrirung von Sonnenstrahlen könne man aber bereits Diamant entzünden und Platin schmelzen. Andererseits habe sich bei den Experimenten gezeigt, dass durch Vergrösserung der Linsen und Reflectoren die Temperatur im Focus sich immer noch steigere. Bedenke man ferner, dass der Natur der Versuche nach mindestens neun Zehntel der Sonnenwärme verloren gehe, so müsse man auf eine weit höhere Temperatur als sie von Siemens angegeben, schliessen. Die bei der Annäherung an die Sonne entstandenen chemischen Verbindungen würden aber unter einer Temperatur von 20000° wieder zersetzt und hierbei die Wärme wieder gebunden, die vorher durch die Verbrennung frei geworden sei. Siemens erwiedert darauf, dass wir seiner Ansicht nach bei unseren Experimenten durch Concentrirung der Sonnenstrahlen der wahren Sonnentemperatur viel näher kämen als Hirn meine. Wie gross auch die Temperatur im Innern der Sonne sein möge, die Temperatur der Photosphäre könne er auf die von Langley gefundene Thatsache hin, dass nur der vierte Theil der uns erreichenden Sonnenenergie lichtgebend sei, in Verbindung mit seinen eigenen Experimenten über die Ausstrahlung elektrischer Lichtbogen nicht höher als 3000° schätzen. Da der Strom nicht unter die Photosphäre hinabstiege, so würde auch keine Zersetzung der Gase eintreten. Aber selbst wenn infolge zu hoher Temperatur wieder Dissociation stattfände, so würden doch unserer Ansicht nach die Gase, wenn sie von der Sonne wieder in den Weltenraum zurückgeschleudert werden und in kältere Regionen kommen, sich auch wieder mit einander vereinigen.

Die Meinungen für und wieder die Siemens'sche Hypothese stehen sich, wie man sieht, noch recht schroff gegenüber. Es lässt sich nicht bestreiten, dass die Gegengründe, besonders der über den Widerstand, den die Bewegung eines Körpers in einem festen Medium erleidet, ziemlich schwer wiegen; auf der anderen Seite kann man sich aber nicht verhehlen, dass durch jene Hypothese auf eine Menge von Thatsachen ein überraschend klares Licht geworfen wird. Vielleicht hängt die Erhaltung der Sonnenenergie nicht allein von einer einzigen Ursache ab; die Siemens'sche wie die oben erwähnten beiden

anderen Hypothesen erklären vielleicht alle, jede zum Theil richtig, die Erh. Sonnenenergie. Jedenfalls wird die Siemens'sche Hypothese, wie sich Spo der Präsident der *Royal Society* in seiner Antrittsrede ausdrückt, stets ei der Geschichte der Sonnenphysik einnehmen.

R. Gerke. Die Triangulation und Polygonisirung der Stadt M.-Gladbach Düsseldorf. Hannover, Helwing. M. 7,20.

Kalender für Messkunde für das Jahr 1885. Herausgegeben von M. C Trier, Lintz. M. 2,40, 3,00 und 3,60 je nach Ausstattung.

L. de Gerando. Nouveaux procédés de régulation des galvanomètres (l gentes); nouvelles méthodes de détermination des forces élect résistances des piles; applications importantes à quelques par générales d'experimentation. 23 S. Paris, Baudry & Co.

C. Loescher. Ueber magnetische Folgepunkte. Inauguraldiss. 43 S.

S. Sakai und **E. Yamaguchi.** Measurement of the force of Gravity and Kagoshima (Appendix to the Memoir No. 5 of Tokio Un

Vademecum für Elektrotechniker. Herausgegeben von E. Rohrb Kalenders für Elektrotechniker 1885. Berlin, Polytechn. I

R. de Carfort. La pratique des chronomètres. 23 S. mit 5 I Imprimerie nationale.

Cavellier de Cuverville. Le Sextant binoculaire du capitai Magnac et les observations de nuit. 12 S. Nancy, Ber

P. Börner. Bericht über die Allgemeine Deutsche Ausstellu Hygiene und des Rettungswesens. 2. Bd. Breslau 18

F. Hartner. Handbuch der niederen Geodäsie. 6. Aufl. Wi

A. König und **F. Richarz.** Eine neue Methode zur Be constanten. Berlin 1885. M. 0,60.

A. Kramer. Allgemeine Theorie der zwei- und dreith Berlin 1885. M. 10,00.

G. Starke. Logarithm.-Trigonometr. Tafeln für den Gebrau meter. Wien 1885. M. 6,00.

Vereinsnachrichte

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sit sitzender Herr Fuess.

Herr Dr. Plehn sprach über Brillen und tragende schliesst an eine ausführliche Erläuterung de Mittheilungen über praktische Brillenbestimmung.

Herr Haensch theilte Versuche mit, die mi vorigen Jahres (diese Zeitschr. 1884. S. 180.) vor angestellt sind und sehr interessante Resultate geg Schrift von Prof. H. Cohn in Breslau „Ueb Lampenglocken" zu Grunde gelegt.

Der Vorsitzende giebt dann endlich noch Mechaniker zum Unfallversicherungsgesetz. (V

Die Einrichtung der Tagesklasse für Me definitiv beschlossen worden. Der Unterricht l

Verein Berliner Mechaniker.

Nach dem uns vorliegenden Jahresbericht über das siebente Geschäftsjahr des Vereins Berliner Mechaniker zählt derselbe 72 Mitglieder. Diese Anzahl steht allerdings in keinem Verhältniss zur Zahl der in Berlin beschäftigten Mechanikergehilfen, aber es scheint in dem kleinen Verein ein reges geistiges und wissenschaftliches Leben zu herrschen. Von 38 Sitzungsabenden wurden an 16 Vorträge fachwissenschaftlichen und allgemeinen Charakters gehalten, von denen 6 auf Vereinsmitglieder entfallen; ausserdem wurden eine Reihe von technischen und industriellen Anlagen besichtigt. Die Bibliothek, zur Zeit 121 Bände und 13 Tafeln stark, wird rege benutzt. Der Verein wird mehr und mehr von Werkstätten bei der Besetzung von Stellen in Anspruch genommen und konnte bisher den Anforderungen zum grössten Theile entsprechen. Wir wünschen ihm im neuen Geschäftsjahr bestes Gedeihen.

Berliner Zweigverein der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Sitzung vom 3. März 1885. Vorsitzender Herr Geheimrath Dr. Thiel.

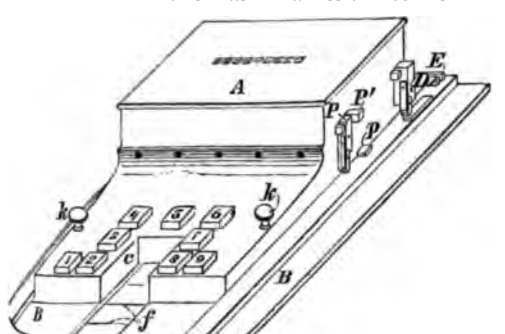
Herr Dr. Hellmann hielt einen interessanten Vortrag über die Regenverhältnisse in Deutschland, an dessen Schluss er ein Exemplar des Hottinger'schen registrirenden Regenmessers (vgl. diese Zeitschr. 1884 S. 434) vorführte, den der Vortragende besonders zur Lösung der technisch sehr wichtigen Frage nach dem Maximal-Betrage der Regenmenge, die in einem bestimmten Zeitraume fallen kann, für berufen hält.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Additionsmaschine. Von M. Mayer in München. No. 29206 vom 27. April 1884.

Der den Mechanismus enthaltende Kasten A ist in dem Rahmen B verschiebbar und hat einen Ausschnitt c, damit die unter den Rahmen gelegten, zu addirenden Zahlencolumnen gleichzeitig mit der Klaviatur überblickt werden können. Um dem Auge einen Anhalt zu geben, sind im Schlitz des Rahmens farbige Fäden f ausgespannt. Die Addition beginnt mit den Einern und geschieht stets von oben nach unten. Dabei werden mit der einen Hand die Tasten gegriffen, mit der anderen wird das Kästchen an einem Knopf k allmälig weitergeführt. Beim Zurückschieben desselben, behufs Addirens der nächsten Zahlenreihe wird mittels des Hebels P' der Schaltmechanismus auf das nächste (Zehner-, Hunderter-) Rad gestellt, indem der doppelarmige Hebel P an einen Ansatz p des Rahmens stösst, dadurch gedreht wird und P' verschiebt. Durch Niederdrücken der Hebel D und E kann der Schaltmechanismus auf das Einer-Rad, bezw. die Zahlenräder auf Null eingestellt werden.



Maschine zur Aufnahme und graphischen Darstellung ebener Wege. Von Th. Schaarschmidt in Radebeul. No. 29599 vom 21. März 1884.

Die Maschine, welche auf einem dreirädrigen Gestelle montirt ist, bewirkt beim Umfahren eines Complexes die Aufnahme desselben selbstthätig, giebt jedoch nur bei ebenen Flächen ein richtiges Bild. Von den beiden Hinterrädern aus wird durch Räder und Schnecken ein endloses, glattes Tuch in langsame Bewegung gesetzt. Auf dem Tuch liegt das zu bezeichnende Papier, welches durch eine Walze angedrückt, an der Bewegung des Tuches theilnimmt. Ueber dem Tuch und Papier ist eine drehbare Scheibe angeordnet, in deren Mittelpunkt der

Bleistift lose eingesetzt ist und welche mit rauhem Stoff überzogen ist, so dass sie, wenn sie mit dem Papier in Berührung gebracht und gedreht wird, das auf der glatten Tuchfläche liegende Papier ebenfalls dreht. Beim Geradeausfahren bewegt sich das Papier mit dem endlosen Tuch geradlinig und der Bleistift beschreibt eine gerade Linie. Bei Wendungen jedoch wird — da das äussere Rad einen grösseren Weg beschreibt, als das innere — ein beim Geradefahren unwirksames und mit obengenannter Scheibe in Verbindung stehendes Differential-Getriebe in Wirkung gesetzt. Dadurch wird die Scheibe und das beim Aufheben des Vorderwagens — die Maschine kann wegen fester Radaxen nur durch Aufheben des Vorderrades gewendet werden — an die Scheibe angedrückte Papier um den gleichen Winkel gedreht, um den die Maschine gewendet wurde. Diese Wendungen der Maschine und die drehende Wirkung der Scheibe auf das Papier heben sich gegenseitig derart auf, dass während der ganzen Fahrt das Papier seine Lage in der Maschine zwar fortwährend ändert, dagegen seine ursprüngliche Lage zur Himmelsgegend beibehält.

Wegkrümmungen sind als kleine Wendungen mit dazwischenliegenden kurzen geraden Strecken zu betrachten und demgemäss zu befahren.

Neuerung an ausdehnbaren Reibahlen, Dornen und Wellen. Von A. E. Lytle in Cook County, Illinois, V. St. A. No. 29022 vom 17. Januar 1884.

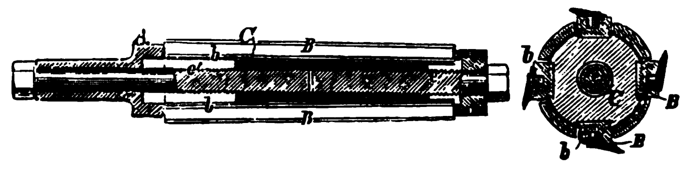
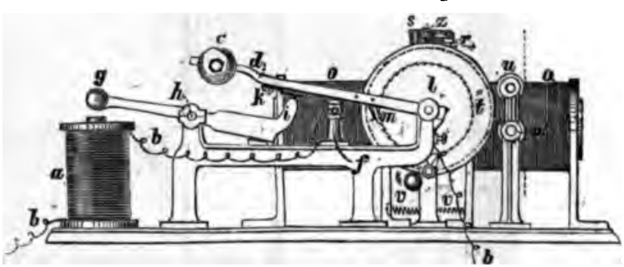


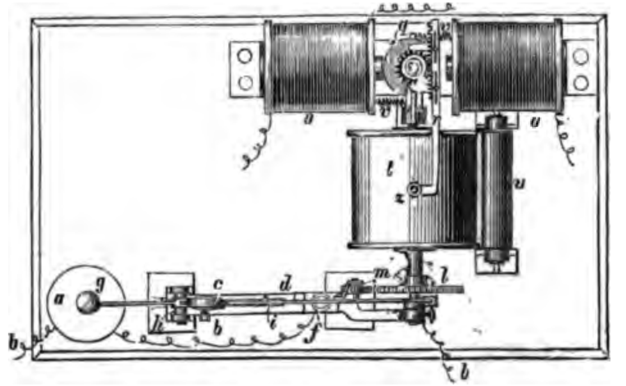
Fig. 1. Fig. 2.

In den Längsschlitzen der hohlen Hülse A (Fig. 1) liegen passend gestaltete, mit vorspringenden Flantschen b (Fig. 2) versehene Schneidbacken B. Letztere sind in einem conischen Dorn C schwalbenschwanzförmig eingepasst, welcher behufs radialer Verschiebung der Backen B mittels der Schrauben e und e' in der Höhlung der Hülse A verschoben werden kann. Diese Anordnung lässt sich auch leicht auf expansible Schleifsteinwellen und Dorne anwenden.

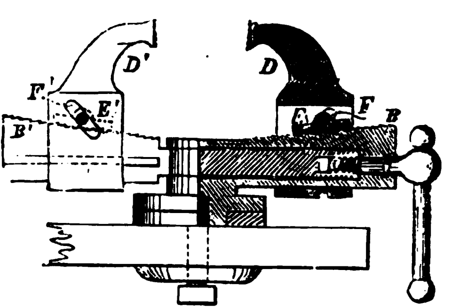
Registrirender Messapparat für elektrische Ströme. Von J. L. Huber in Hamburg. No. 28749 vom 30. December 1883.

In einen Nebenschluss von entsprechendem Widerstand ist der Elektromagnet a eingeschaltet, welcher seinen Anker g anzieht und hierdurch den um h drehbaren Hebel bewegt. Dieser schlägt mit seinem Ende i gegen die Bufferfeder k eines mit Klinke m und Gewicht c versehenen Hebels d. Sobald dieser Hebel in die Höhe geworfen wird, ist der Stromkreis b des Elektromagneten a bei f unterbrochen und der Hebel d führt beim Zurückfallen den Ankerhebel in seine erste Lage zurück. Bei diesen Bewegungen wird das Sperrrad l und damit die Trommel t gedreht, über welche ein Papierstreifen geführt ist, der über die Walzen u' und u läuft. Auf dieser Trommel ruht ein Schreibstift z, dessen Halter r als Zahnstange ausgebildet mit dem Zahnrad s in Eingriff steht. Letzteres sitzt auf einer aus einzelnen Eisenlamellen bestehenden Scheibe q, welche zwischen den Polen zweier von dem zu messenden Strome durchflossenen Elektromagneten o durch Federn v





so gehalten wird, dass die Lamellen rechtwinklig zu den Elektromagnetkernen stehen. Je nach der Stärke des Stromes in *o* wird die Scheibe mehr oder weniger verstellt und dadurch der Schreibstift *z* entsprechend verschoben.



Parallelschraubstock mit keilförmigen Bahnen. Von Grapow in Berlin. No. 29118 v. 25. April 84.

Die Spannbacken *D* und *D'* sind auf den keilförmigen Bahnen *B* und *B'* verschiebbar, werden durch die Gleitkörper *E* und *E'*, welche in den schräg zu den Keilflächen gerichteten Schlitzen *F* und *F'* gelagert sind, auf den Bahnen eingestellt und mittels der kurzen Schraubstockspindel festgespannt.

Gewinde-Bohrer und Gewindekluppen, deren Schneidkanten mehreren über einander gelegten Scheiben angehören. Von B. Wesselmann in Hamburg. No. 28912 vom 18. März 1884.

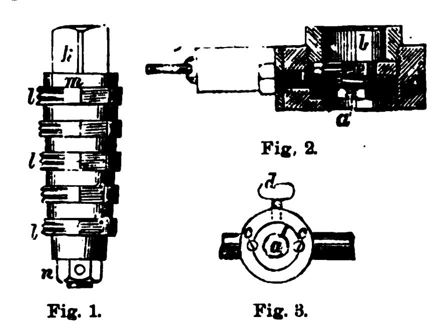
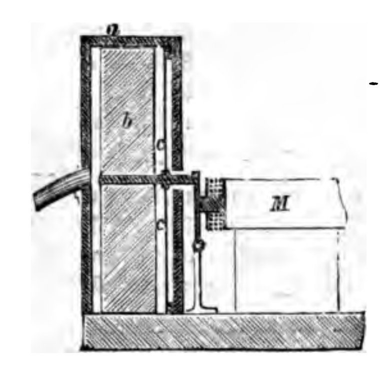


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Der Gewindebohrer (Fig. 1) ist aus einer Reihe abwechselnd mit Schneidzähnen versehener Scheiben *l* und glatter Zwischenscheiben *m* gebildet, welche auf einem dreikantigen Bolzen *k* geschoben und durch die Mutter *n* zusammengehalten werden.

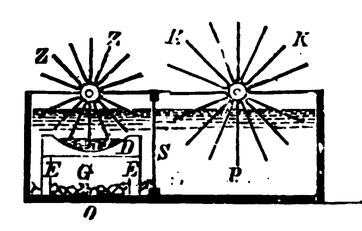
Die Backen der Gewindekluppe (Fig. 2 und 3) bestehen ebenfalls aus einzelnen Scheiben *e*, welche durch die Schraube *b* in ihrem Gehäuse festgehalten werden, durch Stifte *c* (Fig. 3) an Drehungen verhindert werden und mit einem Schlitz *a'* versehen sind, um mittels der Schraube *d* innerhalb gewisser Grenzen verstellt werden zu können.



Telephon. Von G. H. Bassano, A. E. Slater und F. Th. Hollins in Derby, England. No. 28075 vom 8. Sept. 1883.

Bei diesem telephonischen Empfangs- oder Hörapparat wird eine nicht an ihren Rändern befestigte Platte *b* benutzt, welche sich unter der Einwirkung eines Elektromagneten *M* oder eines permanenten Magneten, oder mittels der Ausdehnung und Verkürzung eines stromumkreisten Metallstäbchens hin- und herbewegt. Die Platte wird centrisch oder nahezu centrisch erhalten, indem eine Feder *c*, ein Träger oder eine ähnliche Vorrichtung angewendet wird. Die Platte befindet sich in einem Cylinder *a*.

Neuerungen an galvanischen Elementen und Batterien. Von F. Kühmaier in Pressburg und J. Wannieck in Wien. No. 28341 vom 2. December 1883. (Zusatz-Patent zu No. 23755 vom 12. Januar 1883.

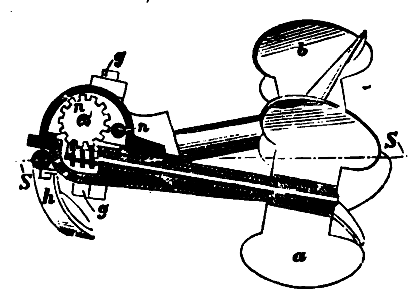


Während in dem Hauptpatent die Zinkelektrode zu einem die Hauptflüssigkeit und die rotirende Kupferelektrode enthaltenden Troge ausgebildet war, wird dieselbe hier ebenso wie die Kupferelektrode *K* in Gestalt eines rotirenden Plattensterns oder einer rotirenden Scheibe *Z* angewendet. Ersterer befindet sich in einem Troge *P*, letztere im zweiten Troge *O*. Beide Tröge sind durch eine poröse Membran *S* getrennt. Die Zinkelektrode *Z* taucht bei ihrer Rotation in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäss *D*, welches auf Trägern *E* angeordnet ist. Hierdurch wird die Amalgamation des Zinks aufrecht erhalten. Im Raume *G*

kann sich der sich bildende Zinkvitriol sammeln. Werden auf derselben Axe mehrere Zinksterne oder Scheiben angebracht, so werden die zu ihnen gehörigen Quecksilbergefässe *D* durch einen Leitungsdraht verbunden, um die leitende Verbindung zwischen den Zinkelektroden herzustellen.

Schiffslogg. Von D. Carroll in Union-City, Grafschaft Erie, Pennsylv., V. St. A. No. 29094 vom 16. April 1884.

Zwei durch einen senkrechten Schacht des Schiffes in das Wasser gelassene Schrauben *a* und *b*, welche rechts und links in einem gewissen Winkel zum Schiffskiel stehen, übertragen mittels Schnecken ihre Bewegungen auf zwei durch den Schacht geführte Wellen, welche in Röhren stecken, die mit Oel gefüllt werden. Fällt das Schiff nach rechts oder links ab, so wird entweder die eine oder andere Schraube *a*, *b* und die damit verbundene Welle schneller gedreht, als die zweite. Aus der Differenz dieser Bewegungen wird mittels eines Räderwerks die Bewegung eines Zeigers in gleichem Sinne nach rechts oder links, herbeigeführt. Von den Wellen aus wird noch ein zweites Zeigerwerk in Bewegung gesetzt, welches den durchlaufenen Weg anzeigt. Die Patentschrift beschreibt noch Vorrichtungen zur Bestimmung der Schraubenneigung gegen die Schiffslängsaxe *SS* und zur Regulirung der Geschwindigkeit des Zeigerwerkes.



Die Schrauben *a*, *b* können um die Bolzen *g* mittels eines durch den Schacht nach Deck gehenden Gestänges *h* gedreht und zur Reinigung nach oben gezogen werden.

Torsions-Dynamometer für Spannungs- und Arbeitsmessung an elektrischen Strömen. Von Dr. Carl Feussner in Marburg. No. 30533 vom 25. April 1884.

Das Neue an diesem Dynamometer besteht in der Anwendung einer flachen Spirale wie solche bei Schiffsuhren benutzt werden, an Stelle einer schraubenförmig gewundenen als Torsionsfeder und in der Eintauchung derselben in ein dickflüssiges Oel, wodurch eine schnelle Dämpfung der Schwingungen der beweglichen Rolle erreicht werden soll. Die Benutzung flacher Spiralen soll insofern vortheilhafter sein, als bei diesen keine in der Richtung der Axe wirkende Kraft auftritt, ferner ein Verwinden nicht so leicht möglich und die störende elastische Nachwirkung unmerklich ist. Schliesslich wird auch das ganze Instrument bei Verwendung flacher Spiralen niedriger und handlicher. (P. B. 1885. No. 9.)

Neuerungen an Bohrhaltern und Bohrern. Von A. Söderström in Stockholm. No. 29794 vom 7. Mai 1884. (Abhängig vom Patent No. 29046.)

Der Bohrer ist mit einem Längscanal versehen, durch welchen den Schneidkanten beständig Schmiermaterial zugeführt wird. (1885. No. 9.)

Füll- und Entleerungs-Vorrichtung für galvanische Elemente. Von A. Dun in Frankfurt a. M. No. 29937 vom 24. Juni 1884. (1885. No. 10.)

Verfahren zur Herstellung gegossener Platten für secundäre Batterien. Von Ch. F. Brush in Cleveland, V. St. A. No. 29536 vom 19. Febr. 1884.

Das Verfahren besteht darin, dass man eine getheilte, aufklappbare Form in geschlossenem Zustande in ein Bad von geschmolzenem Metall (Blei) bringt, die Form öffnet, so dass das Metall hineindringen kann, und sie dann, während sie noch untergetaucht ist wieder schliesst und aus dem Bad heraushebt. (1884. No. 10.)

Orientirungs-Compass. Von E. v. Paschwitz in Weiherhammer bei Bayreuth. No. 30355 vom 2. August 1884.

Behufs Ablesung kann die durch eine Feder hochgehaltene Magnetnadel mittels eines mit der Feder verbundenen Knopfes auf dem Limbus festgehalten werden. Das Ocular des am Gehäusedeckel befestigten Diopters besteht aus einer mit centraler Visiröffnung versehenen Convexlinse. (1885. No. 10.)

Spiegelteleskop. Von L. Schlegel in Dresden. No. 30632 vom 9. April 1884.

Der durchsichtige Spiegel hat auf der äusseren Seite den reflectirenden Metallbelag, und die Innenfläche des Spiegels ist, um das Spiegelbild dieser Fläche an einen andern Ort zu verlegen, stärker gekrümmt als die Aussenfläche. Die Farbenzerstreuung, welche durch die zwei verschiedenen Radien hervorgerufen wird, ist durch ein Flintglasprisma aufgehoben. (1885. No. 1885.)

Construction eines galvanischen Elementes. Von J. Bimswanger in Augsburg. No. 30137 vom 30. April 1884.

Die negative Elektrode dieses Elementes besteht aus schwammigem oder fein zertheiltem Blei allein, oder in Verbindung mit gewöhnlichem Blei in beliebiger Form, die positive Elektrode aus Zink und die erregende Flüssigkeit aus einer Salmiaklösung von 100 g Salmiak auf 1 l Wasser. Die negative Elektrode soll die Depolarisation des Elementes durch Aufsaugen des sich entwickelnden Wasserstoffs bewirken. (1885. No. 11.)

Schwefelsaures Eisen- und Kalisalz- oder Eisenalaun-Element. Von E. E. Senet in Paris. No. 30286 vom 12. Februar 1884.

Dieses Element besteht aus einem Gefäss aus Thon zur Aufnahme des mit $^1/_{10}$ seines Gewichtes Säure angesäuerten Wassers; aus einem Zinkcylinder, welcher in dieses Gefäss eingesetzt wird, einer porösen Zelle, in welcher die Kohle sich befindet, und der in dieser porösen Zelle befindlichen erregenden Flüssigkeit. Die Flüssigkeit ist eine gesättigte Lösung von Kalium-Eisen-Sulfat, gemischt mit Salpetersäure und Schwefelsäure. Sie enthält auf 1 l 500 g Eisenalaun, 500 g Schwefelsäure und 40 g Salpetersäure. (1885. No. 11.)

Telephon-Uebertragungs-System. Von J. Bubbe in Hamburg. No. 30288 vom 6. April 1884.

Zwei Hufeisenmagnete sind so angeordnet, dass dem einen Pol des einen Magneten der entgegengesetzte Pol des anderen Magneten dicht gegenüber steht, während die beiden anderen Schenkel rechtwinklig abgebogen einander parallel stehen. Zwischen den gegen einander gerichteten Polen befinden sich zwei parallele Membranen und vor jedem der abgebogenen Pole je eine Membran. Die Schaltung der Rollen der Polschuhe ist derartig, dass in dem für diese Magnete bestimmten Stromkreis der eine Stromzweig beide Polschuhe des bezüglichen Magneten, der andere Zweig aber nur den rechtwinklig umgebogenen Polschuh desselben Magneten und den geraden Polschuh des zweiten Magneten umkreist. Diese Schaltung hat beim Auftreten jeder Stromwelle ein gleichzeitiges Afficiren beider Magnete zur Folge. (1885. No. 11.)

Hydrostatischer Umdrehungsanzeiger. Von Th. Teuber an Bord S. M. S. Freya. No. 30427 vom 2. August 1884.

Eine Modification des bekannten Quecksilbergyrometers, bei welcher sich das Quecksilber in einem verticalstehenden ringförmig gebogenen Rohr bewegt, wobei der durch passende Profilirung des Gefässes erreichbare Vortheil einer gleichförmigen Scale verloren gehen dürfte. (1885. No. 11.)

Für die Werkstatt.

Schutzmittel gegen das Rosten blanker Eisentheile. Deutsche Industrie-Zeitung. *25.* S. 488.

Wenn man Linoleinsäure überoxydirt, so bildet sich eine kautschukartige Verbindung, die bei passender Behandlung fast wasserhell bis weingelb erscheint und absolut indifferent gegen Wasser ist. Der Chemiker Busse in Linden-Hannover lässt diese Verbindung mit allerbestem Erfolge bei geschliffenen oder polirten, überhaupt blanken Eisentheilen oder Metallgegenständen anwenden, um dieselben gegen das Oxydiren zu schützen. — Wird obiges Präparat in dünnen Lagen auf die zu schützenden Theile aufgetragen, so bildet sich eine durchsichtige, harte, sehr elastische und dehnbare Schicht, welche sich allen Vertiefungen eng anschliesst und nur mit einem scharfen Gegenstande zu entfernen ist. Das Mittel ist bereits in einigen Fabriken angewendet worden. Die damit behandelten Gegenstände verlieren nicht an ihrem Ansehen. *Wr.*

Glänzendes Schwarz auf Eisen. Deutsche Industrie-Zeitung. *25*. S. 488.

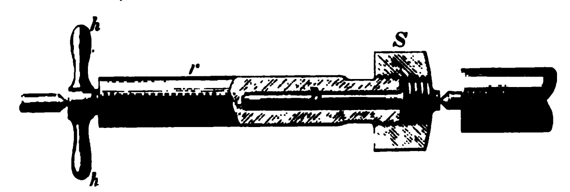
Dasselbe wird hergestellt, indem man mittels eines feinen Haarpinsels eine gekochte Lösung von Schwefel in Terpentin auf die Metallfläche aufträgt. Wenn der Terpentin verdunstet, bleibt eine dünne Schicht Schwefel zurück, die sich auf's Innigste mit dem Metall vereinigt, sobald man dasselbe eine Zeit lang über einer Spiritusflamme erwärmt. Dieser Ueberzug bildet für das Metall einen vollkommenen Schutz und ist sehr dauerhaft. *Wr.*

Ersatzmittel des Kohlenstaubes und der Holzkohle bei Gussformen. Techniker *7*. S. 9.

Wenn man statt dieser Substanzen eine sorgfältig zubereitete Mischung von Theer mit grünem Sande verwendet, erhält man Gussformen, welche einen blanken und glatten Guss liefern. Der Theer verhindert, dass das Metall an dem Sande anhängt und hemmt die Bildung von Luftblasen. *Wr.*

Duffy's Dorn zum Abdrehen der Endflächen von Schraubenmuttern. Dingler's Polytechnisches Journal. *251*. S. 209. Scientific American. *48*. S. 390.

Um bei Schraubenverbindungen ungleichmässige Spannungen in Gewinde und Bolzen zu vermeiden, ist es von Wichtigkeit, dass die Aufsatzflächen der Schraubenmuttern genau senkrecht zur Axe ihres Gewindes stehen, weshalb es bei nur einigermaassen guten Ausführungen üblich ist, diese Flächen auf der Drehbank gerade zu stechen. Wird hierbei die Mutter derart auf einen mit Gewinde versehenen Dorn geschraubt, dass dieselbe um weitere Drehung zu verhindern, an einem Bundringe anliegt, so ist bei nicht ganz festgehendem Gewinde diese so wünschenswerthe Genauigkeit wieder in Frage gestellt. Zur Beseitigung dieses Mangels hat Duffy in New-Bedford, Mass. zum Abdrehen der Muttern einen Dorn construirt, bei welchem die Muttern ausschliesslich mittels ihres Gewindes gehalten werden.



Wie aus der beistehenden Figur ersichtlich, befindet sich das Gewinde dieses Dornes, auf welches die abzudrehende Mutter S aufgeschraubt ist, zum Theil auf dem mit dem Handgriffe h versehenen Bolzen b, zum Theil auf dem den letzteren umgebenden Rohre r. Wird daher das Rohr r, nachdem eine Mutter auf das getheilte Gewinde aufgebracht ist, gegen den Bolzen b nach rechts verdreht, so klemmt sich das Gewinde der Mutter auf dem Gewinde von b und r genügend fest, um ein Abdrehen der Endflächen zu gestatten. Der Dorn wird zwischen die Spitzen der Drehbank gespannt und das Herz auf das Rohr r gesetzt. Nach Vollendung der Arbeit genügt ein Rechtsdrehen des Handgriffes h, um die Mutter S zu lösen. Diese Vorrichtung hat noch den Vortheil, dass das Abdrehen der Mutter auf beiden Endflächen erfolgen kann, ohne dass die Mutter eingespannt wird; zweckmässig wäre es, am linken Ende von r ebenfalls zwei Handgriffe anzubringen, wobei beim Drehen das Herz ganz wegbleiben und der Mitnehmer direct an eine der Handhaben angreifen könnte. *Wr.*

Fragekasten.

Antworten zu Frage 1: Mit Guttapercha überzogener Kupferdraht ist von den Gummifabriken in Hannover und Harburg zu beziehen.

Zu Frage 2: Einer unserer Leser hat die gewünschte Beize von Reinfelder & Hertel in München bezogen, dieselbe hat noch die Eigenschaft, Eisen gegen Rost zu schützen.

Zu Frage 3: Achatsteine werden mittels Diamantstaub geschnitten und geschliffen, doch sind Fachkenntniss und viele Einrichtungen erforderlich. Die Fabrik von H. Stern in Oberstein liefert geschnittene und geschliffene Achatsteine gut und preiswürdig.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **Mai 1885.** Fünftes Heft.

Einige neue optische Apparate von Prof. Abbe.

Von
Dr. **S. Czapski** in Jena.

(Fortsetzung.)

II. Interferenzapparat zur Prüfung der Planparallelität von durchsichtigen (Glas-)Platten.

Der nachfolgend beschriebene Apparat wurde zwar zunächst nur zu Demonstrationszwecken construirt, soweit aber die bisherigen Versuche darüber entscheiden können, dürfte sich derselbe auch recht bequem in der Praxis der Werkstatt oder des Laboratoriums zur Untersuchung durchsichtiger Platten auf ihre Planparallelität verwenden lassen. Das kleine Instrument ist von mir schon in einem Referat (diese Zeitschrift 1885 S. 24) beiläufig erwähnt worden. Es erschien mir aber nicht überflüssig, auf seine nähere Construction und den ihr wesentlich zu Grunde liegenden, oft übersehenen oder falsch verstandenen Charakter gewisser Interferenzerscheinungen, etwas ausführlicher zurückzukommen.

Wenn eine monochromatische Lichtquelle von beliebiger Ausdehnung eine durchsichtige Platte beleuchtet, so setzt sich das von dieser reflectirte Licht aus Strahlen zusammen, die an der Vorder-, und aus solchen, die an der Hinterfläche reflectirt worden sind. Zwischen je zwei Strahlen dieser beiden Gruppen, die von demselben ursprünglichen Punkte der Lichtquelle herrühren, besteht in Folge der Verschiedenheit der durchlaufenen Wege ein Phasenunterschied in dem Punkte, in welchem sie sich in ihrem weiteren Verlauf reell oder virtuell schneiden. Sehen wir ab von dem Phasenverlust, den eine der beiden Reflexionen mit sich bringt, so können wir sagen: wenn jener Gangunterschied eine gerade Anzahl von halben Wellenlängen erreicht, verstärken sich die Strahlen beider Gruppen im Schnittpunkt; wenn er gleich einer ungeraden Anzahl von solchen ist, schwächen sie sich gegenseitig. Dieser Unterschied ändert sich im Allgemeinen von Punkt zu Punkt im ganzen Raume stetig; innerhalb jeder Fläche, in welcher Strahlen in der Art zusammentreffen, dass an jeder Stelle je ein bestimmter Phasenunterschied in Geltung tritt, resultirt daher eine Interferenzerscheinung in Form abwechselnd heller und dunkler Curven. Unter den mannigfachen Modificationen, in welchen diese Interferenz beobachtet werden kann, je nach dem Niveau, in welchem man das Zusammentreffen beider Strahlengruppen auffasst, heben sich folgende beide extremen Fälle als besonders charakteristisch hervor:

1. Man bringt alle Strahlen zum Zusammentreffen, welche von einem grösseren oder kleineren Stück der Platte — je in ein und derselben Richtung, also unter sich parallel, reflectirt werden. Zu diesem Zwecke sieht man entweder mit blossem Auge auf die Platte, während das Auge auf unendliche Entfernung accomodirt ist oder man stellt der Platte eine Sammellinse (Fernrohrobjectiv) gegenüber und beobachtet die Lichtvertheilung in deren Hauptbrennebene, direct oder mittels einer als Ocular

dienenden Lupe. In dem ersten Falle kommen in je einem Punkt der Netzhaut, im zweiten Falle in je einem Punkt der Brennebene des Objectivs Strahlen zusammen, welche von der Platte in einer bestimmten Richtung reflectirt sind; in den verschiedenen Punkten aber Strahlen je einer anderen Richtung. Die Erscheinungen dieser Art sind zuerst von Mascart beobachtet, später von Lummer weiter verfolgt worden (S. das oben erwähnte Referat, diese Zeitschr. 1885 S. 24).

2. Man vereinigt solche Strahlen, welche von je einer bestimmten Stelle der Platte ausgehen und ein Büschel von einem grösseren oder kleineren Winkelraum bilden. Dieses geschieht, indem man wiederum entweder mit freiem Auge oder mit irgend einem nach Art einer Lupe wirkenden Linsensystem auf die Oberfläche der Platte selbst accomodirt. Die Interferenzerscheinungen dieser Art, welche dem Wesen nach mit den bekannten Newton'schen Ringen übereinstimmen, sind bei dicken Platten von Fizeau speciell studirt und für verschiedene experimentelle Zwecke in Anwendung gebracht worden.

In welcher Form die Erscheinung auftreten muss und welche Bedingungen zu erfüllen sind, damit sie in der einen oder anderen Art deutlich sichtbar werde, ergiebt die folgende Betrachtung:

Der in Lichtwellen ausgedrückte Gangunterschied ν je zweier von demselben Punkte der Lichtquelle sich ableitender, also interferenzfähiger Strahlen, welche unter demselben Winkel i von der Planplatte reflectirt werden, ist ganz allgemein gegeben durch die Formel:

$$\nu = \frac{2\,n\,d}{\lambda} \cos i', \qquad 1)$$

wo d die Dicke der Platte vom Brechungsindex n, λ die Wellenlänge des angewandten Lichts in Luft und i' den Winkel bedeutet, unter welchem das Licht im Glase an der zweiten Fläche reflectirt wird, den „inneren Einfallswinkel". Letzterer ist zugleich der zum äusseren, eigentlichen Incidenzwinkel i gehörige Brechungswinkel, steht also mit diesem in dem Zusammenhang

$$\sin i' = \frac{1}{n} \sin i, \qquad 2)$$

woraus

$$\cos i' = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{n} \sin i\right)^2}\,.$$

Dieser Ausdruck für den Gangunterschied ist abgeleitet unter der Voraussetzung, dass die Platte vollkommen planparallel sei. Er gilt aber auch noch für eine Platte, deren Dicke d nicht überall genau dieselbe ist, wenn nur die Veränderung der Dicke von einem Punkt zum andern stetig und langsam erfolgt. Alsdann ist d immer mit demjenigen Werth in Rechnung zu ziehen, welcher an der gerade wirksamen Stelle der Platte besteht. ν ist seiner Definition nach eine reine, unbenannte Zahl, nämlich die Zahl der Wellen, um die der eine der interferirenden Strahlen in Folge seines längeren Weges den anderen übertrifft.

Bei senkrechter Incidenz, wo also i und $i' = 0$ ist, hat ν offenbar einen grösseren Werth als für jede andere Einfallsrichtung, nämlich den Werth:

$$\nu_0 = \frac{2\,n\,d}{\lambda}\,. \qquad 3)$$

Wir können daher auch das ν, welches für irgend eine Einfallsrichtung gilt, durch dieses ν_0 ausdrücken, da einfach

$$\nu = \nu_0 \cos i'$$

ist, worin also ν_0 der Gangunterschied ist, den dasselbe Licht an derselben Platte bei senkrechter Incidenz erhält.

Die Formel $\nu = \frac{2nd}{\lambda} \cos i'$ zeigt in der einfachsten Weise, wie die genannten beiden Hauptfälle von Interferenzerscheinungen zu Stande kommen. Ist bei constantem n und λ auch d constant, d. h. lässt man nur Licht von ein und derselben Stelle der Platte in Wirkung treten, so kann noch $\cos i'$ variiren und dadurch ν für die verschiedenen Werthe von i', also auch von i, bald eine gerade, bald eine ungerade Zahl sein, somit an den bezüglichen Stellen (der Netzhaut, der Objectivbrennebene) Helligkeit oder Dunkelheit entstehen — Fall 1, Mascart-Lummer'sche Erscheinung, die also in aller Strenge nur bei vollkommen planparallelen Platten auftreten kann.

Ist hingegen i, der Reflexionswinkel constant, so kann eine Aenderung von ν, d. h. ein Wechsel von Hell und Dunkel, aus einer solchen von d resultiren, wenn nämlich verschiedene Stellen der Platte, in denen die Dicke ein wenig variabel ist, gesondert betrachtet werden — Fall 2, Newton-Fizeau'sche Erscheinung, die also im Gegensatz zur ersteren nur bei nicht vollkommen planparallelen Platten beobachtet werden kann.

Es ist nun von vornherein einzusehen, dass keiner dieser beiden Fälle in solch idealer Einfachheit, wie eben angenommen, verwirklicht werden kann, denn will man eine merkliche Intensität für das Interferenzbild erzielen, so muss man im Falle 1. den verschieden gerichteten Bündeln, die man in je einem Punkte vereinigt, einen gewissen, nicht zu geringen Querschnitt geben. Die unter sich parallelen Strahlen je eines Bündels kommen also von verschiedenen Stellen der Platte her, das heisst, wenn diese nicht absolut planparallel ist, von Stellen verschiedener Dicke. Also ist d nicht mehr streng für je einen Punkt der Erscheinung constant.

Aus demselben Grunde, um genügende Intensität zu erhalten, geht es im Fall 2. nicht an, bei der Betrachtung der verschiedenen und event. verschieden dicken Stellen der Platte, nur solche Strahlen zur Geltung kommen zu lassen, die genau unter demselben Winkel von der betreffenden Stelle der Platte ausgehen. Wollte man streng daran festhalten, so würde man schliesslich darauf kommen, dass zu jeder Stelle des Interferenzbildes nur gerade zwei, in einander fallende Strahlen ihr Licht hergeben dürften, was offenbar nicht angeht. Man muss also eine kleine Verschiedenheit der Reflexionswinkel, d. h. ein von dem betreffenden Punkt der Platte ausgehendes Büschel grösserer oder geringerer Oeffnung zulassen. Dann ist aber, wie gesagt, die Voraussetzung, dass i' constant sei für je einen Punkt der Erscheinung nicht mehr streng erfüllt.

Endlich ist angenommen, dass das Licht, welches auf die Platte fällt und die Erscheinung liefert, von einer bestimmten Wellenlänge und der Brechungsindex der Platte n dementsprechend constant sei. Aber auch diese Voraussetzung ist niemals streng zu erfüllen, denn selbst solches Licht, dessen Spectrum nur aus einer einzigen hellen Linie besteht, ist nicht absolut monochromatisch, von ganz derselben Wellenlänge, weil jene Spectrallinie doch immer eine gewisse Breite besitzen muss und zwar meist eine desto grössere, je intensiver das Licht ist, welches angewandt wird. Innerhalb dieser Breite variirt die Wellenlänge λ und der dieser zugehörige Brechungsindex n. Alle drei genannten Umstände, die unvermeidliche Verschiedenheit der Dicke der Platte innerhalb des Querschnittes je eines Bündels im Fall 1., die der Neigungswinkel innerhalb je eines Büschels bei Fall 2. und die der Wellenlänge des angewandten Lichts und seines Brechungsindex in beiden Fällen haben eine leicht ersichtliche Störung der Erscheinungen zur Folge und können event. ein völliges Aufheben derselben verursachen. Eine deutliche Erscheinung, ein merklicher Unterschied zwischen hell und dunkel kann ja offenbar nur dann stattfinden, wenn innerhalb der Strahlen, die zu je einem Punkte der Erscheinung gelangen, nicht selber wieder so grosse Gangunterschiede vorhanden sind, dass diese die vorausgesetzte gegenseitige Verstärkung oder Schwächung illusorisch machen. Es ist selbstverständlich, dass, wenn solche Gangunterschiede in zusammengehörigen Strahlencomplexen die Grösse von $\frac{1}{2}\lambda$ erreichen, keinerlei Unterscheidung von helleren

und dunkleren Stellen des Gesichtsfeldes mehr übrig bleiben kann, und es lehrt ferner die Erfahrung, dass diese Verschiedenheit der gesammten Gangunterschiede überhaupt nicht grösser als 0,2, höchstens 0,3 λ sein darf, wenn noch von einer einigermaassen markanten Erscheinung die Rede sein soll. Dies ist also die Hauptbedingung, die innegehalten werden muss, wenn man irgend eine, wie auch immer geartete Interferenzerscheinung realisiren will.

Die oben genannten drei störenden Umstände lassen sich kurz so definiren: Es kommen nach einem Punkte der Erscheinung im Fall 1. Strahlen, für welche

$$\nu = \frac{2nd}{\lambda} \cos i'$$

und solche, für die

$$\nu_1 = \frac{2nd_1}{\lambda} \cos i'.$$

Im Fall 2. Strahlen, deren

$$\nu = \frac{2nd}{\lambda} \cos i'$$

und solche für die

$$\nu_1 = \frac{2nd}{\lambda} \cos i'_1.$$

In beiden Fällen kann endlich bei gleichem i' und d für einen Theil der Strahlen λ noch ein anderes sein als für einen anderen Theil, und daher einmal

$$\nu = \frac{2nd}{\lambda} \cos i'.$$

und für andere Strahlen

$$\nu_1 = \frac{2nd}{\lambda_1} \cos i'.$$

Es muss also untersucht werden, innerhalb welcher Grenzen die unvermeidlichen Verschiedenheiten von d, i', λ gehalten werden müssen, damit die dadurch bedingte Aenderung von ν, $\Delta\nu$ kleiner als 0,2 bis 0,3 bleibt, d. h. die Erscheinung deutlich hervortreten kann. Daraus werden sich unmittelbar die Verhaltungsmaassregeln zum Hervorbringen der Erscheinung auch in schwierigeren Fällen, d. h. die Construction eines bezüglichen Apparats ergeben.

Diese Untersuchung ist nach dem Vorausgeschickten einfach. Wir haben zuzusehen: welches $\Delta\nu$ je einem gegebenen maximalen Δd, $\Delta i'$ bezw. Δi und $\Delta\lambda$ entspricht.

Wir erhalten durch Differenziren der Gleichung 1) im ersten Falle nach d:

$$\text{1)} \qquad \Delta_d \nu = \pm \frac{2n\cos i'}{\lambda} \Delta d$$

und dabei als Bedingung $\Delta_d \nu < 0,2$ daraus

$$\Delta d < \pm \frac{0,2\,\lambda}{2n\cos i'}.$$

Der Divisor $n \cos i'$ wird sich nun praktisch nie weit von der Einheit entfernen; soweit daher ein mehr oder weniger ausgedehntes Stück der Platte an der in einem Punkt auftretenden Lichtwirkung Theil zu nehmen hat (wie dies bei der Mascart'schen Beobachtungsweise eintritt), muss die auf diesem Stück vorhandene Verschiedenheit der Dicke Δd kleiner sein als 0,1 λ. Ist umgekehrt die Platte und damit die z. B. in jedem Quadratcentimeter derselben vorkommende Dickenverschiedenheit gegeben, so ergiebt sich die Regel, dass je unvollkommener die Platte planparallel ist, desto enger auf ihr der Raum begrenzt werden muss, von welchem zusammenwirkende Strahlen hergenommen werden.

Ist z. B. die Platte regelmässig keilförmig, so ist bei einem Keilwinkel von

1''	2''	3''	5''	10''

die Platte zu begrenzen auf ein Stück von

12,2	6,1	4,1	2,4	1,2 mm Durchmesser.

Bedient man sich daher eines kleinen Beobachtungsfernrohres von 27 mm (1 Zoll) Objectivöffnung, so darf man das Auftreten der Erscheinung ohne künstliche anderweitige Begrenzung der Platte schon nicht mehr gewärtigen, wenn die Platte auch nur einen Keilwinkel von 0,"5 hat.

Im zweiten Falle erhält man durch Differenziren der Gleichung 1) nach i':

II)
$$\Delta_{i'}\nu = + \frac{2nd}{\lambda} \sin i' \Delta i' = \nu_0 \sin i' \Delta i',$$

wieder mit der Bedingung: $\Delta_{i'}\nu < 0{,}2$.

Während bei I) $\cos i'$ Factor war und in Folge dessen, da i' kaum innerhalb weiterer Grenzen als 0° und 45°, $\cos i'$ also zwischen den Werthen 1 und 0,7 in's Spiel treten wird, es auf die Grösse des Neigungswinkels wenig ankam, hängt hier $\Delta_{i'}\nu$ vom $\sin i'$ bezw. $\sin i$ ab. Da aber dieser innerhalb der gleichen Grenzen von i' zwischen Null und 0,7 variirt, so wird mit dem gleichen $\Delta i'$ ein sehr verschiedenes $\Delta_{i'}\nu$ zusammenhängen, je nach dem Werthe, den i' oder i selber hat, oder anders ausgedrückt: dieselbe Variabilität der Neigungswinkel wirkt in sehr verschiedener Weise störend, je nach der mittleren Gesammtgrösse des Neigungswinkels und zwar, wie die Gleichung II) unmittelbar zeigt, desto weniger, je kleiner i' ist, d. h. je näher der senkrechten Incidenz beobachtet wird. Die erste Regel also, die sich hier — mit besonderer Nutzanwendung auf die Fizeau'sche Erscheinung — ergiebt, lautet: die Erscheinung muss mit möglichst senkrecht ein- und austretendem Licht zu Stande gebracht werden; alsdann ist im Besonderen

$$\Delta_{i'}\nu_0 = \nu_0 - \nu = \frac{2nd}{\lambda} - \frac{2nd}{\lambda} \cos \Delta i' = \frac{2nd}{\lambda}\left(1 - \cos \Delta i'\right),$$

$$(1 - \cos \Delta i') = 2 \sin^2 \tfrac{1}{2} \Delta i' = \tfrac{1}{2} (\Delta i')^2,$$

und ferner
$$\Delta i' = \frac{1}{n} \Delta i,$$

also
$$\Delta_{i'}\nu_0 = \frac{d}{\lambda n} (\Delta i)^2.$$

Die Gleichung II) lehrt zweitens, dass eine Variabilität von $\Delta i'$ desto mehr ins Gewicht fällt, je grösser d, die Dicke der Platte oder, damit in directem Zusammenhange, je grösser ν_0 die Gangverschiedenheit bei senkrechter Incidenz ist. Daraus folgt: Je dicker die Platte ist, welche die Erscheinung giebt, desto mehr ist die Variabilität von i, d. h. die Oeffnung der Strahlen je einen Büschels zu beschränken.

Berechnen wir hiernach für verschiedene Werthe von i und d den Divergenzwinkel Δi in Luft, den jedes in einem Punkte der Erscheinung vereinigte Büschel noch haben darf, wenn eine deutliche Interferenzerscheinung sichtbar werden soll, z. B. für Crownglasplatten ($n = 1{,}5$) so ergeben sich die in folgender Tabelle enthaltenen Werthe.

Zulässige Grenzwerthe von Δi für $n = 1{,}5$.

Incidenzwinkel i	Dicke d der Platten in Millimetern				
	1	2	3	5	10
0°	45′ 40″	32′ 20″	26′ 23″	20′ 26″	14′ 27″
5	3 30	1 45	1 10	0 42	0 21
10	1 46	0 53	0 35	0 21	0 11
15	1 12	0 36	0 24	0 14	0 7
30	0 40	0 20	0 13	0 8	0 4
45	0 32	0 16	0 11	0 6	0 3

Zur Würdigung dieser Zahlen mag hinzugefügt werden, dass beim Sehen mit blossem Auge auf nahe Objecte der durch die Pupille zugelassene Oeffnungswinkel der einzelnen Strahlenkegel etwa 45′ bis 1° ist. Man wird also bei der Betrachtung unter 5° gegen die Normale schon bei Platten von 1 mm Dicke keine Interferenzcurven mehr wahrnehmen, wie es in der That durch die Erfahrung bestätigt wird. Was hingegen die Beobachtung unter nahe senkrechter Incidenz betrifft, so ist zu beachten, dass die in der Tabelle angegebenen Werthe die zulässigen Abweichungen verschiedener Strahlen eines Büschels gegen die Normale der Platte bedeuten. Fällt der **Mittelstrahl** des Büschels mit der Normale der Platte zusammen, so kann der Oeffnungswinkel des Büschels doppelt so gross sein, ohne eine grössere Verundeutlichung zu verursachen, wie aus einer leichten Ueberlegung und auch aus der bezüglichen Formel $\Delta_i \nu_0 = \frac{d}{\lambda n} (\Delta i)^2$ hervorgeht, da $+\Delta i$ und $-\Delta i$ eine auch dem Vorzeichen nach gleiche Aenderung $\Delta \nu$ zur Folge hat. Wir können also den zulässigen Oeffnungswinkel für das gesammte Büschel doppelt so gross ansetzen, wenn dasselbe um einen senkrechten Mittelstrahl herum liegt, wenn man z. B. zur Beleuchtung und Beobachtung in senkrechter Richtung eine Spiegelplatte nach Art der im Gauss'schen Ocular anwendet.

Im Uebrigen zeigt obige kleine Tabelle auf's Deutlichste die Nothwendigkeit, die Fizeau'sche Interferenzerscheinung bei **senkrechter** Incidenz hervorzubringen und dabei eine Vorrichtung zu benutzen, durch welche die Oeffnung der zugelassenen Strahlenkegel ein für allemal oder besser nach Belieben beschränkt wird. Für die Herstellung senkrechter Incidenz spricht noch der weitere Umstand, dass die Fizeau'sche Erscheinung häufig dazu dienen soll, die Planparallelität der Platte zu messen. Es ist oben schon bemerkt, dass, da $\nu = \frac{2nd}{\lambda} \cos i'$ ist, eine Aenderung von ν, ein Wechsel von hell und dunkel bei constantem i' nur durch eine entsprechende Variation von d, der Dicke hervorgebracht werden kann. An jeder Stelle der Platte, an der d und $\cos i'$ dasselbe ist, herrscht gleiche Intensität. Die auftretenden Curven sind also schon Curven gleicher Dicke, Niveaulinien der Platte, wenn nur der Neigungswinkel i und i' constant ist, auch wenn er einen von Null verschiedenen Werth hat (bei schiefem Daraufsehen mit blossem Auge ist auch diese Bedingung nicht erfüllt, weil bei einer bestimmten Stellung des Auges die Strahlen von verschiedenen Stellen der Platte unter sehr verschiedenem Winkel in das Auge gelangen). Bei überall senkrechter Incidenz $i = 0$, $i' = 0$ ist

$$\nu = \nu_0 = \frac{2nd}{\lambda};$$

an einer anderen Stelle

$$\nu'_0 = \frac{2nd'}{\lambda},$$

daher

$$\Delta_d \nu_0 = \frac{2n}{\lambda} \Delta d.$$

Demnach sind die Curven gleicher Helligkeit, von gleichem ν_0 nicht nur Niveaucurven, sondern sie messen zugleich die **Niveaudifferenz**, indem die Bedingung des Ueberganges von hell zu dunkel $\Delta \nu_0 = 1/2$, das entsprechende $\Delta d = \frac{1}{4} \frac{\lambda}{n} = \frac{1}{4} \lambda'$ ergiebt, wo $\frac{\lambda}{n} = \lambda'$ die Wellenlänge des angewandten Lichts in demjenigen Material ist, aus dem die der Beobachtung zu Grunde liegende Platte besteht. Zwischen einer hellen und einer benachbarten dunkeln Curve ist der Niveauunterschied $= \frac{1}{4} \lambda'$ und zwischen je zwei benachbarten hellen, bezw. benachbarten dunklen Curven $\frac{1}{2} \lambda'$, was in Crownglas ($n = 1{,}5$) 0,1[illegible] Mikron ausmacht.

Wir kommen schliesslich zu dem Einfluss, den die nicht vollständige Constanz der Wellenlänge des angewandten Lichts auf das Zustandekommen sowohl der einen als der anderen Art von Erscheinungen gewinnt. Da mit einer Aenderung $\Delta \lambda$ der Wellen-

länge eine ebensolche des ihr entsprechenden Brechungsindex Δn verbunden ist, so wird

$$\text{III)} \qquad \Delta_\lambda \nu = \pm \nu_0 \cos i' \left(\frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta n}{n}\right).$$

Soll dies $< 0{,}2$ sein, so muss für eine Crownglasplatte von 1 mm Dicke, der ein $\nu_0 = 5000$ entspricht, bei senkrechter Incidenz

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta n}{n} < \frac{4}{100\,000}$$

sein.

Wenn man bedenkt, dass das Verhältniss $\frac{\Delta \lambda}{\lambda}$ des Unterschiedes der Wellenlängen der beiden Natrium (D-) Linien zu dem mittleren Werthe der Wellenlänge selbst nur $^1/_{1000}$ beträgt, so wird man bemerken, welche Gefahr in der Veränderlichkeit der Wellenlänge, d. h. in der Breite der Spectrallinie liegt, denn letztere darf selbst bei einer Platte von nur 1 mm Dicke nicht mehr als den 25. Theil der mittleren Entfernung der beiden D-Linien betragen, wenn die Erscheinung deutlich bleiben soll. . Die Gefahr trifft beide Klassen von Erscheinungen und überhaupt alle möglichen Arten von Interferenzerscheinungen in gleicher Weise. Man kann ihr nur begegnen, indem man entweder solches monochromatisches Licht anwendet, dem an sich nur eine schmale Spectrallinie entspricht, oder indem man die Intensität des Lichtes nicht allzustark werden lässt. Bei der gewöhnlichen Erzeugung des Natriumlichts durch eine im Bunsen'schen Brenner zum Glühen gebrachte Kochsalzperle, erreicht man letzteres, indem man die Perle nach einigem Glühen auf kurze Zeit wieder aus der Flamme herausbringt. Dieser Umstand und die Gefahr, die speciell in der Anwendung des bichromatischen Natriumlichtes liegt, ist u. A. von Lummer in seiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand (Wiedem. Ann. 1884. **9**. S. 75) discutirt und vom Verf. in seinem mehrerwähnten Referat über dieselbe noch etwas näher betrachtet worden.

Als Gesammtresultat voranstehender Betrachtung können wir also folgendes aussprechen:

Damit das Zustandekommen 1. der Mascart'schen und 2. der Fizeau'schen Interferenzerscheinung nach Möglichkeit gesichert werde, müssen die bezüglichen Beobachtungseinrichtungen darauf abzielen:

ad 1 diejenigen Büschel je gleichen Incidenzwinkels, welche um die Normale herum liegen, zur Interferenz zu bringen (weil alsdann die Curven nicht zu eng aneinander liegen und den ausgesprochenen Charakter von concentrischen Kreisen haben, mit der Maassgabe, dass dabei der Querschnitt der Bündel beschränkt werden kann, falls die Platte nicht sehr vollkommen planparallel ist. Dies kann geschehen durch Zudecken eines entsprechenden Theils der Oberfläche der Platte, durch Beschränken der Objectivöffnung (bei Anwendung eines Fernrohrs) oder durch Beschränken der Augenöffnung.

ad 2 unter den von den Punkten der Platte aus divergirenden Strahlenbüscheln, unter Ausschluss aller anderen, diejenigen wirksam zu machen, deren Mittelstrahlen in allen Punkten der Platte zu dieser genau senkrecht stehen, damit einerseits die auftretenden sichtbaren Interferenzstreifen wirkliche Niveaulinien (Linien gleicher Plattendicke) seien und die Niveaudifferenz selbst sofort messen, und damit andererseits der zulässige Spielraum für die Oeffnung der einzelnen Büschel ein möglichst grosser werde, so dass auch bei dicken Platten die Erscheinung mit genügender Intensität darstellbar ist. Endlich müssen Mittel vorhanden sein, um diesen Divergenzwinkel nach Belieben einzuschränken.

Wir können nunmehr dazu übergehen, bei der Beschreibung des hier construirten Instrumentes zu zeigen, wie jenen Bedingungen in einfachster Weise genügt werden kann.

Das Tischchen T (Fig. 1), auf dem die zu untersuchenden Platten mittels der Federn $F F$ festgehalten werden, wird durch einen Federstengel, dessen Schraubenkopf K in der Figur eben noch sichtbar ist, gegen die mit dem Stativ verschraubte Grundplatte G gezogen und kann durch zwei in einer Diagonale von G angeordnete Schrauben N um eine horizontale und eine verticale Axe in einem mässigen Spielraum gedreht werden. Der unbewegliche dritte Stützpunkt wird durch einen in einer der beiden anderen Ecken von G eingeschraubten Stift gebildet. Senkrecht gegen das Tischchen ist der Tubus B gerichtet, in dem am einen Ende ein Objectiv O von 10 bis 20 cm Brennweite und 40 bis 50 mm Oeffnung sich befindet. O muss um weniger als seine Brennweite vom Tischchen T entfernt sein; im Uebrigen ist die Entfernung gleichgiltig. Am anderen Ende des Tubus B, und zwar in der hinteren Brennebene von O, befindet sich die für den Apparat wesentliche, in der Nebenfigur in grösserem Maassstabe dargestellte Beleuchtungs- und Beobachtungsvorrichtung. Ein an diesem Ende in B eingesetztes, schwer bewegliches Auszugrohr ist vorn mit einer Platte E von kreisförmiger Oeffnung verschlossen. Auf E ist in Schwalbenschwanzführung R der Schieber S ziemlich leicht beweglich, der in seiner horizontalen Mittellinie einige kreisförmige Oeffnungen D, D_1, D_2 von verschiedener Grösse (zwischen 1 und 5 mm Durchmesser) und nicht zu nahe an einander befindlich, enthält. Auf R ist ein rechtwinkliges Reflexionsprisma P so aufgekittet, dass seine Kante gerade durch die Axe des Apparats und folglich den Mittelpunkt der kreisförmigen Oeffnung von E geht, dass also von dieser Oeffnung, wenn der Schieber herausgezogen ist, gerade die eine Hälfte unbedeckt, die andere Hälfte bedeckt ist. Der Schieber S kann unter dem Prisma hindurchgeschoben werden, so zwar, dass er mit dessen unterer Kathetenfläche fast in Berührung steht. Nach der Seite der anderen Kathetenfläche hin, auf welche das Licht der recht nahe herangestellten Flamme dirigirt wird, ist zum Schutze gegen deren Hitze ein schwarzer Schirm M von geeigneter Grösse angebracht, welcher nur durch einen Ausschnitt A dem Lichte den Zutritt zu P erlaubt. Schliesslich ist auf dem Rohr B ein prismatisches Messingstück H festgelöthet, welches parallel zur Axe von B eine cylindrische Bohrung besitzt, in welcher die gewöhnliche Lupe L mit sehr engem (1 mm oder weniger) Diaphragma im hinteren Brennpunkt, mit ihrem Stiel nach Belieben verschoben und auf die Ebene der Vorderfläche von S eingestellt oder auch bei Seite gedreht bezw. ganz entfernt werden kann. Damit L in jeder beliebigen Stellung stehen bleibt, ist H oben der Länge nach bis zur Bohrung durchsägt; die beiden dadurch entstehenden Lappen federn etwas gegeneinander. Die Zusammensetzung der Theile des Apparats ist wohl aus der Figur genügend ersichtlich. Man kann denselben nach Bedürfniss, um ihn der Höhe der Flamme anzupassen, höher oder niedriger stellen, indem der Fuss ausziehbar und mittels Klemmrings feststellbar ist, auch kann der ganze Apparat durch Drehung um ein Charnier C in eine verticale Stellung gebracht werden, in welcher das Festhalten der Platten auf T nicht mehr nöthig ist, aber auch die Flamme nicht mehr so nahe herangebracht werden kann.



Fig. 1.

Die Justirung und Beobachtung geschieht in folgender Weise: Die zu untersuchende Glasplatte befinde sich bereits auf T. Man lässt den Schieber S zunächst noch ausgezogen, richtet die monochromatische Flamme auf P und regulirt nun mit Hilfe der

beiden Schrauben N die Lage des Tischchens T so, dass das durch Reflexion an der Platte unter Vermittlung des Objectivs O entstehende Bild des vom Prisma bedeckten Halbkreises genau in den freien Halbkreis fällt und diesen gerade ausfüllt, so dass die Grenzlinien in einander fallen. Nun wird S so weit eingeschoben, bis eine der Oeffnungen D, z. B. die grösste, gerade zur Hälfte vom Prisma bedeckt wird, und wenn nöthig, die Lage des Tischchens noch endgiltig regulirt, so dass auch jetzt der offen gebliebene Halbkreis genau von dem Reflexbilde des bedeckten, lichtgebenden, ausgefüllt wird. Falls die obere Fläche des Schiebers noch nicht vollständig mit der Brennebene des Objectivs zusammenfällt, so kann dies jetzt ebenfalls bewirkt werden, indem man den Auszug so lange regulirt, bis bei der letztgenannten Einstellung sich keine seitliche Parallaxe des Bildes gegen die freie Oeffnung zeigt und die Ränder beider zugleich scharf sichtbar sind. Zu diesen Bildregulirungen kann man sich ganz geeignet der Lupe L bedienen. Ist Alles in Ordnung und blickt man jetzt, die Lupe bei Seite schiebend und das Auge nahe an die betreffende Oeffnung D heranführend, durch deren frei gebliebenen Theil nach der Platte hin, so sieht man dieselbe, durch O als Lupe, vergrössert und von dem Fransensystem überdeckt, welches die Dickenvertheilung in der Platte auf's Genaueste zur Anschauung bringt. Ist die Platte eine ziemlich dicke und zeigt sich beim Hindurchsehen durch das weiteste Diaphragma D die Erscheinung nicht, so bringt man ein engeres an dessen Stelle und event. das allerengste und hilft auch dadurch nach, dass man durch gänzliches oder theilweises Entfernen der Kochsalzperle die Flamme blasser macht (letzteres am besten während des Hindurchsehens durch D). Man wird dann sehr häufig die Erscheinung, die vorher gar nicht oder schlecht sichtbar war, deutlich auftreten sehen. Bei allzu unregelmässigen Platten oder gewissen „kritischen" Dicken (S. Referat S. 26) bleibt die Erscheinung allerdings gänzlich aus.

Die auf diese Weise beobachtete Erscheinung ist die vorerwähnte Newton-Fizeau'sche, Fall 2. Will man nun die Mascart-Lummer'sche, Fall 1., hervorbringen, so entfernt man nur den Schieber, ohne den Apparat aus seiner regulirten Lage zu bringen, und sieht mit der Lupe L auf die freie Halböffnung von A. Die betreffende Erscheinung ist dadurch unverkennbar charakterisirt, dass sie in einem regelmässigen Ringsystem, oder vielmehr hier einem System von Halbringen besteht, deren gemeinsamer Mittelpunkt in der Kante des Prismas P und in der optischen Axe des Objectivs liegt — ganz gleich wie unregelmässig sich nach der ersten Untersuchungsweise die Dicke der Platte erwies. Die Erscheinung tritt aber überhaupt nur auf bei sehr vollkommenen Platten, wie oben S. 152 und Refer. S. 25 hervorgehoben, ist also weit beschränkter in ihrer Anwendbarkeit als die Fizeau'sche, welche nur selten versagt. Wenn beide Methoden an derselben Platte Resultate geben, so kann die letztgenannte dazu dienen, den Sinn der Dickenänderungen (ob Zu- oder Abnahme) zu constatiren (a. a. O.).

Die Methoden zur Prüfung der Planparallelität von Platten, die Laurent in den *Comptes rendus* **96**. S. 1035 und Plath in der *Centr.-Zeitg. f. Opt. u. Mech.* 1882, No. 23 veröffentlicht haben und über welche in dieser Zeitschrift (1883. S. 292 bezw. 172) referirt worden ist, haben vor den beiden oben beschriebenen auf Interferenz beruhenden unzweifelhaft den Vorzug, dass sie 1. nie versagen, 2. während der Arbeit anwendbar sind und 3. gleich die Grösse und Lage des Keilwinkels der betr. Platten zu bestimmen erlauben. Sie stehen nur dadurch namentlich der Fizeau'schen nach, dass sie nichts über die Dickenvertheilung im Detail aussagen, sondern die bezügl. Unregelmässigkeit nur als Ganzes aufzufassen erlauben.

Wie der beschriebene Apparat und die Beobachtungsmethode mit den oben aufgestellten theoretischen Forderungen übereinkommt, ist leicht zu zeigen. Den Strahlengang giebt Fig. 2 zu erkennen. Die vom Prisma P bedeckte Halböffnung D ist die Lichtquelle. Die von je einem Punkte derselben F, F_1 ausgehenden Strahlen treten aus

dem Objectiv O, weil die Ebene FF_1 mit dessen hinterer Brennebene zusammenfällt, je unter sich parallel aus. Nach je einem Punkte J, J_1 der Platte gelangt also ein Büschel, dessen Oeffnungsweite von der Grösse der lichtgebenden Oeffnung D abhängt. Der Querschnitt dieser Büschel ist ein Halbkreis, da die lichtgebende Oeffnung ein ebensolcher ist. Das reflectirte Büschel ist auch ein solches Halbbüschel. Steht die Platte senkrecht auf dem von F ausgehenden Mittelstrahl FJ, so wird dieser in sich selbst zurück wieder nach F reflectirt, die von F_1 ausgehenden Strahlen hingegen nach dem symmetrisch gegenüberliegenden Punkt F_2. Umgekehrt wird die senkrechte Stellung und die richtige Lage von D in der Brennebene von S daran erkannt, dass das Reflexbild von FF_1 der Grösse und dem Niveau nach in die symmetrische andere Hälfte FF_2 der Oeffnung fällt, was oben zur Regulirung benutzt ist. Auf diese Weise und dadurch, dass der Schieber S verschieden grosse Oeffnungen D, D_1, D_2 enthält, sind, wie ersichtlich, die Forderungen erfüllt: 1. dass die einzelnen Büschel, welche auf die Platte fallen und von ihr reflectirt werden, unter sich parallel seien; 2. dass dieselben senkrecht zur Platte stehen und 3. dass ihre Divergenz beschränkt werden könne.

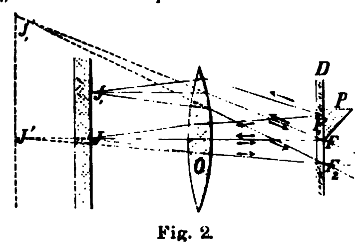


Fig. 2.

Vereinigt das hinter FF_2 befindliche Auge auf seiner Netzhaut die von je einem Punkte J, J_1 der Platte ausgehenden Strahlen (deren virtuelle Bilder in J', J_1' liegen), so sieht es in J', J_1' die Fizeau'sche Erscheinung. Wird hingegen mit der Lupe die Lichtvertheilung in der Ebene FF_2 beobachtet, in deren einzelnen Punkten sich solche Strahlen vereinigen, die von der Platte unter einander parallel reflectirt wurden, so sieht man die Mascart-Lummer'sche Erscheinung, und auch für diese sind, wie man aus der Figur sieht, die früher aufgestellten Forderungen erfüllt, dass 1. die Strahlen, welche die Mitte der Erscheinung bilden, zur Platte senkrecht verlaufen und 2. der in Wirksamkeit tretende Theil der Platte, von welchem die Strahlen reflectirt werden, begrenzt werden kann. Hierzu dient die enge Augenöffnung des Oculars, event. wird die Objectivöffnung durch eine vorgesetzte Blendung entsprechend vermindert.

Wie man sieht, wirkt bei Beobachtung der Fizeau'schen Erscheinung das Objectiv O den auffallenden Strahlen gegenüber als Collimator, indem es die von je einem Punkte der Lichtquelle ausgehenden einander parallel macht. Gegenüber den reflectirten Strahlen wirkt O zunächst ebenso, aber umgekehrt, indem es die parallel reflectirten wieder in einem kleinen Raum vereinigt und dadurch dem Auge, für das O schliesslich als Lupe dient, ermöglicht, ein grösseres Stück der Platte und doch unter der Wirkung von Strahlenbüscheln constanten Incidenzwinkels zu beobachten.

Eine neue Form der Wheatstone'schen Brücke.

Von

Mechaniker **J. W. Giltay** in Delft.

In den folgenden Zeilen wünsche ich die Beschreibung eines Apparates zu geben, der den Zweck hat, Widerstandsmessungen auszuführen in Fällen, wo man nur einen Stöpselrheostat und ein Galvanometer, das nicht als Differentialinstrument eingerichtet ist, zur Verfügung hat.

Wie bekannt, kann man in diesem Fall diejenige Form der Brücke gebrauchen, wo ein gespannter, gewöhnlich 1 m langer Metalldraht von einem Contactschieber in zwei

beliebige Stücke eingetheilt werden kann. Diese Apparate geben aber meistens sehr ungenaue Resultate, wovon die nicht zu umgehende Ungleichmässigkeit des Messdrahtes die Ursache ist.

Der Apparat, den ich construirte, beruht auf der folgenden Eigenschaft der Wheatstone'schen Drahtcombination. Sei pq (Fig. 1) ein ausgespannter Metalldraht und wählen wir den Punkt o ungefähr in der Mitte dieses Drahtes, sei der Widerstand von $po = a$, derjenige von $oq = b$, sei ferner R der Stöpsel-Rheostat, X der zu bestimmende Widerstand, B die Batterie, und nehmen wir an, dass das Galvanometer G keinen Strom anzeigt, wenn im Rheostat ein Widerstand R_1 eingeschaltet ist, so ist:

$$\frac{R_1}{X} = \frac{b}{a} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

Fig. 1.

Wird jetzt der Widerstand X an Stelle des Rheostaten und der Rheostat an die Stelle von X gesetzt, so wird, wenigstens wenn a nicht genau gleich b ist, das Galvanometer Strom anzeigen. Sei jetzt R_2 der Rheostaten-Widerstand, der gefordert wird, um das Galvanometer in Ruhe zu lassen, so ist:

$$\frac{R_2}{X} = \frac{a}{b} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

Werden die beiden Gleichungen 1) und 2) mit einander multiplicirt, so ergiebt sich:

$$\frac{R_1 R_2}{X^2} = 1,$$

woraus

$$X = \sqrt{R_1 R_2}.$$

Da a und b gar nicht in dem für X gefundenen Werth vorkommen, so folgt daraus, dass sich diese Messung mit jedem beliebigen Draht machen lässt, also keine Gleichmässigkeit der Härte, des Diameters u. s. w. voraussetzt. Wird jetzt der Punkt o nach o_1 verlegt, so bekommt man auf dieselbe Weise:

$$X = \sqrt{R_3 R_4},$$

wo R_3 und R_4 die nunmehr erforderten Rheostatenwiderstände sind. Aus der Uebereinstimmung beider Resultate lässt sich die Richtigkeit der Messung beurtheilen.

Diese Methode lässt sich freilich nicht anwenden für die Messung von Widerständen, welche grösser sind als der gesammte Rheostatenwiderstand, den man zur Verfügung hat. Dasselbe ist übrigens der Fall, wenn man ein Differentialgalvanometer benützt.

Fig. 2 giebt in oberer Ansicht eine Skizze meines Instrumentes. Auf einem Holzbrett von etwa 20 cm Länge und Breite befinden sich drei verschiedene Vorrichtungen:

1. ein Stöpselcommutator,
2. ein doppelter Contactschlüssel,
3. ein Contactwechsler.

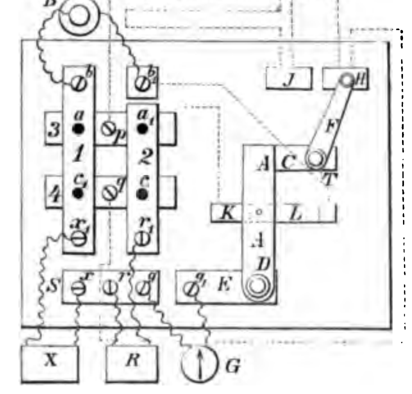


Fig. 2.

Der Stöpselcommutator besteht aus vier starken Messing- oder Kupferbarren 1, 2, 3 und 4. Werden die beiden zu diesem Commutator gehörenden conischen Stöpsel in die Löcher a und c gesteckt, so ist 1 mit 3 und 2 mit 4 verbunden. Stecken die Stöpsel dagegen in a_1 und c_1, so ist 2 mit 3 und 1 mit 4 in Verbindung.

Der doppelte Contactschlüssel besteht aus einer Feder $A A$, welche an der einen Seite an dem auf dem Brett liegenden Messingklotz C befestigt ist und am anderen freien Ende mit einem Hartgummiknopf D versehen ist. Wird auf den Knopf D gedrückt, so wird die Feder $A A$ nach unten bewegt und macht dadurch Contact mit der Messingplatte E. Unter der Feder $A A$, und einen Winkel von 90° mit derselben bildend, liegt eine zweite Feder L, welche am rechten Ende auf dem Brett befestigt ist und sich an der anderen Seite über einer Metallplatte K befindet, ohne dieselbe jedoch zu berühren. Die Feder $A A$ trägt an der unteren Seite einen kleinen Hartgummistift, welcher auf die Feder L drückt. Sobald $A A$ heruntergedrückt wird, wird auch die Feder L mitgenommen und macht dadurch Contact mit der Platte K, während der Contact zwischen A und E einen Augenblick später erfolgt.

Der Contactwechsler besteht aus einem Hebelarm F, um den Punkt T drehbar und mit dem Klotz C, also auch mit der Feder $A A$ verbunden. Dieser Arm kann nach Belieben auf die Platte H (wie in der Figur) oder auf J gelegt werden.

Durch zwei unten am Brett befestigte Drähte ist der Klotz b_1 mit der Feder L und der Barren 2 mit der Platte K verbunden. Diese Drähte sind in der Figur durch punktirte Linien angegeben.

Die Enden desjenigen Drahtes, den wir in Fig. 1 $p q$ nannten, sind mit den Klemmschrauben p und q in der Mitte der Barren 3 und 4 verbunden. Dieser aus Neusilber bestehende Draht von etwa 0,3 mm Dicke geht von p zur Platte J, von J nach H und von H zur Klemme q. Er befindet sich an der unteren Seite des Holzbrettes und ist in Fig. 2 der Deutlichkeit wegen ebenfalls durch punktirte Linien angedeutet. Die Länge von p bis J ist etwa 46 cm, von J bis H 10 cm und von H bis q 44 cm. Schliesslich trägt das Brett noch einen Metallklotz S, auf welchem sich drei Klemmschrauben x, r und g befinden.

Wenn man mit diesem Apparat einen Widerstand messen will, so werden die folgenden Verbindungen gemacht:

Die Pole der Batterie B mit $b b_1$,
der Rheostat R mit $r r_1$,
der zu messende Widerstand X mit $x x_1$,
das Galvanometer G mit $g g_1$.

Wir wollen jetzt die Commutatorstöpsel in a und c einstecken, und den Arm F auf der Platte H ruhen lassen. Wird nun die Taste $A A$ heruntergedrückt, so wird zuerst der Batteriecontact zwischen L und K, und einen Augenblick nachher der Brückencontact zwischen A und E geschlossen. Durch diese Anordnung der Drucktaste bekommt man keine Extraströme in das Galvanometer.

Es sei nun R_1 der Rheostatenwiderstand, der eingeschaltet werden muss, damit die Galvanometernadel nach dem Herunterdrücken der Taste auf 0 stehen bleibe. Jetzt werden die Stöpsel aus a und c entfernt und in a_1 und c_1 eingesteckt, wodurch der Rheostat mit dem unbekannten Widerstand X seine Stelle wechselt. Wir müssen jetzt den Rheostatenwiderstand von R_1 auf R_2 bringen, um das Galvanometer in Ruhe bleiben zu lassen. Aus den Werthen R_1 und R_2 ergiebt sich

$$X = \sqrt{R_1 R_2},$$

wie wir früher gesehen.

Um eine Control-Messung auszuführen, haben wir in Fig. 1 den Punkt o nach o_1 verlegt und bekamen dadurch die Werthe R_3 und R_4. Dies geschieht bei unserem Instrument auf sehr einfache Weise durch das Umlegen des Hebels F von H nach J.

Wenn man möglichst genaue Resultate mit der Wheatstone'schen Brücke erzielen will, so muss nach Schwendler[1]) der Galvanometerwiderstand r so gewählt sein, dass

$$r = \frac{(a + X)(b + R)}{a + X + b + R}$$

wo a, b, R und X dieselbe Bedeutung wie in Fig. 1 haben.

Wenn X einige Ohms beträgt, so können a und b in dieser Formel vernachlässigt werden, und da X und R nicht sehr von einander verschieden sind, kann man R durch X substituiren, woraus folgt:

$$r = \frac{X^2}{2X} = \tfrac{1}{2}X.$$

Wir werden also beim Gebrauch dieses Instruments den Galvanometerwiderstand etwa auf die Hälfte des zu messenden Widerstandes wählen müssen.

Wenn $\frac{1}{a}$ Ohm die kleinste Aenderung ist, welche man den Rheostatenwiderstand machen lassen kann, so wird es sich zuweilen zeigen, dass R_1 zu klein und $R_1 + \frac{1}{a}$ zu gross ist, um die Galvanometernadel in Ruhe zu lassen. In dem Fall wird man durch Interpolirung den Werth $R_1 + X$ bestimmen müssen, wie solches auch beim Gebrauch des Differentialgalvanometers üblich ist.

Der oben beschriebene Apparat wird von der Firma P. J. Kipp & Zonen in Delft angefertigt und geliefert.

Ueber einige Fehlerquellen der Waage.

Von

R. Hennig, Assistent am physikal. Institut der Universität Würzburg.

Bei einer mehrmonatlichen ausschliesslichen Beschäftigung mit der Waage hatte ich Gelegenheit, einige theils regelmässige, theils zufällige Fehlerquellen dieses feinsten aller physikalischen Messinstrumente zu beobachten, auf die ich im Folgenden aufmerksam machen möchte, da dieselben nicht allgemein bekannt sein dürften und doch unter Umständen die Resultate genauer Wägungen merklich beeinflussen können, besonders wenn der Beobachter nicht gewöhnt ist, nach jeder Wägung sogleich wieder den Nullpunkt der Waage zu controliren.

Der erste dieser störenden Einflüsse macht sich geltend, wenn man, wie bei specifischen Gewichtsbestimmungen, ein Gefäss mit Wasser oder einer anderen verdunstenden Flüssigkeit innerhalb des Waagegehäuses aufstellen muss. Die Verdunstung der Flüssigkeit erniedrigt die Temperatur der benachbarten Luftschichten und erzeugt dadurch im Waagegehäuse eine Luftströmung, welche diejenige Waagschaale, unter der die verdunstende Flüssigkeit sich befindet, herunterdrückt und mithin den Nullpunkt der Waage nach der anderen Seite hin verschiebt. Die Grösse dieser Verschiebung ist natürlich abhängig von der Intensität der Verdunstung, also von der Temperatur und der Oberflächengrösse des Wassers und der relativen Feuchtigkeit der Luft im Waagegehäuse.

Bei einer im Besitz des hiesigen physikalischen Institutes befindlichen vorzüglichen Schickert'schen Waage, die für eine Belastung von 0 bis 1000 g eine sehr constante Empfindlichkeit von 1,25 Scalentheilen pro Milligramm zeigt, betrug die genannte Verschiebung während der letzten Wintermonate im Durchschnitt 0,15 Scalentheile, erhöhte sich aber durch Einbringen eines Trockengefässes (Chlorcalcium) in das Waage-

---

[1]) Pogg. Annalen. *130.* 1867. S. 574.

gehäuse auf 0,25 Scalentheile. Bei einer anderen Schickert'schen Waage, mit der ich während der Sommermonate im physikalischen Laboratorium des Kgl. Polytechnikums in Dresden zu arbeiten Gelegenheit hatte, stieg bei einer Empfindlichkeit von 2 Scalentheilen pro Milligramm die durch Einbringen eines Wassergefässes verursachte Nullpunktsverschiebung bis zu 0,8 Scalentheilen; eine Nichtberücksichtigung dieser Verschiebung würde also in diesem Falle einen Wägungsfehler von 0,4 mg im Gefolge haben.

Der Einfluss dieser ersten Fehlerquelle wird eliminirt oder wenigstens auf ein Minimum reducirt, wenn man den unmittelbar nach der Wägung, noch vor Entfernung der verdunstenden Elüssigkeit aus dem Waagegehäuse beobachteten Nullpunkt der Gewichtsberechnung zu Grunde legt, da man die Stärke der durch die Verdunstung erregten Luftströmung während der Dauer der Wägung wohl als nahezu constant betrachten kann.

Eine andere Fehlerquelle, die allerdings selten auftreten wird, dann aber sehr bedeutende Wägungsfehler verursachen kann, besteht in der zufälligen elektrischen Erregung des Waagegehäuses. An der ersterwähnten Schickert'schen Waage, deren Gehäuse oben durch eine Glasplatte abgeschlossen ist, wurde diese bei einem gelegentlichen Abstäuben so stark elektrisirt, dass sie die beiden Reiter von den Tragarmen ihrer Verschiebungsvorrichtung zum Herabfallen brachte. Eine weitere Verfolgung dieser zufälligen Beobachtung, zu der mich Herr Prof. Kohlrausch veranlasste, ergab folgende Resultate.

Durch leichtes Reiben der einen Seite der Deckplatte mit einem trockenen Leinentuche wurde der Nullpunkt der Waage um mehrere Theilstriche verschoben; geringeren Effect hatte eine leichte Reibung mit einem seidenen oder wollenen Tuche. Die durch starkes Reiben mit einem Leinentuche der einen Seite der Deckplatte zugeführte Ladung vermochte eine Belastung der betreffenden Schale von 600 mg zu equilibriren, während die mit Seide oder Wolle unter gleichen Luftverhältnissen erregten Ladungen im Maximum nur 250 mg beziehentlich 70 mg im Gleichgewicht zu halten vermochten. Eine durch Reiben mit einem Leinentuche zugeführte starke Ladung vermochte noch nach einer Zeit von zwei Stunden eine Belastung von 10 mg zu equilibriren. Durch Reiben mit der Hand vermochte ich keine wahrnehmbare Ladung hervorzubringen, während von anderer Seite schon eine leichte Reibung mit dem Handrücken genügte, um eine Nullpunktsverschiebung von 0,4 Scalentheilen zu bewirken. Durch leichtes Reiben mit dem Etui des Gewichtssatzes wurde eine Nullpunktsverschiebung von 0,2 Scalentheilen, durch stärkeres Reiben eine solche von 0,6 Scalentheilen erzielt. Durch kräftiges Anblasen mit einem Blasebalg vermochte ich die Deckplatte nicht merklich zu elektrisiren, doch ist damit nicht entschieden, ob nicht vielleicht Luftströmungen von bedeutendem Temperaturunterschiede gegen die Glasplatte eine wahrnehmbare Ladung auf derselben hervorrufen können.

Die Entladung der Deckplatte geschah bei diesen Versuchen durch die Flamme eines Bunsenbrenners, wobei man natürlich so rasch verfahren muss, dass nicht etwa durch den Wärmeeinfluss Nullpunktsverschiebungen veranlasst werden; die Entladung war auch bei dieser schnellen Operationsweise eine sehr vollständige.

Bei anderen, nicht mit einer Glasplatte gedeckten Waagen des hiesigen physikalischen Institutes wurde durch eine Reibung des Gehäuses keine wahrnehmbare Nullpunktsverschiebung hervorgerufen; auch eine sehr feine Bunge'sche Waage, die zwar mit Glas eingedeckt ist, aber sehr kurze Arme besitzt und deren Deckplatte sich in grösserer Entfernung vom Waagebalken befindet, verhielt sich unempfindlich gegen elektrische Erregung der Deckplatte. Eine Reibung der vorderen oder seitlichen Glaswände endlich zeigte sich bei allen von mir untersuchten Waagen ohne merklichen Einfluss.

Ein durch elektrische Erregung der Deckplatte verursachter Wägungsfehler wird sich zwar bei häufiger Controle des Nullpunktes, da die Ladung immer einige Zeit anhält, auch nachträglich durch eine Nullpunktsverschiebung verrathen, das Vorhanden-

sein eines solchen Fehlers wird aber, da sich seine Grösse durchaus nicht abschätzen lässt, eine zeitraubende Wiederholung der Wägung nach vorheriger Entladung der Deckplatte nöthig machen. Man wird deshalb gut thun, sich vor diesen störenden Einflüssen ein für alle Mal zu schützen, indem man etwa an der unteren Seite der Deckplatte ein passend abgeleitetes Gitter aus dünnen Stanniolstreifen anbringt, durch welches eine zufällige Ladung sofort gebunden und unschädlich gemacht wird.

Nachricht über die im vorigen Jahrgange beschriebene Influenzmaschine.

Von
Dr. **Fr. Fuchs**, Professor der Jatrophysik in Bonn.

Im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 225 habe ich eine Influenzmaschine beschrieben, bei der die Elektricitäten in metallischen Hohlkörpern aufgespeichert werden. Der Apparat war ursprünglich mit einer Glasscheibe ausgeführt worden; es wurde indessen darauf hingewiesen, dass die Anwendung von zwei in entgegengesetzter Richtung rotirenden Scheiben bei Weitem vortheilhafter sein würde. Die Maschine ist inzwischen in dieser letzteren Form, so wie es S. 227 angegeben und in Fig. 2 dargestellt ist, durch den Mechaniker Herrn Lieberz in Bonn construirt worden. Sie liefert eine sehr grosse Elektricitätsmenge; bei einem Abstande der Elektroden der Hohlkugelleitung (*a a*) von zwei bis drei Centimeter ist der übergehende Funkenstrom ein fast continuirlicher, und auch bei grösserem Abstande springen die Funken mit starkem Geräusch in sehr rascher Folge über. Die Schlagweite variirt nach Maassgabe der Witterung; gewöhnlich betrug sie vier bis fünf Centimeter. Wurde die eine Elektrode mit der inneren Belegung einer Leydener Flasche verbunden, deren äussere Belegung zur Erde abgeleitet war, so wurden die immer noch rasch auf einander folgenden Funken weit kräftiger und die Schlagweite stieg bis auf etwa acht Centimeter. In der unterbrochenen Kammleitung (*b*) war die Schlagweite eine kleinere, etwa zwei Centimeter. Hier stellte sich die Erscheinung des Funkenüberganges ungefähr in derselben Weise dar, wie wenn die Maschine nach Entfernung der Hohlkörper und Platten und nach der geeigneten Verbindung und Stellung der Kämme als Holz'sche Maschine zweiter Art functionirte.

Die Scheiben der Maschine sind schlierenhaltig, bis jetzt noch nicht mit Schellack überzogen. Bei Anwendung eines besser isolirenden Glases dürfte der Apparat wohl noch wirksamer sein.

Ein Vorzug der Maschine ist es, dass sie sich niemals umladet.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Einige einfache mechanische Rechenapparate.

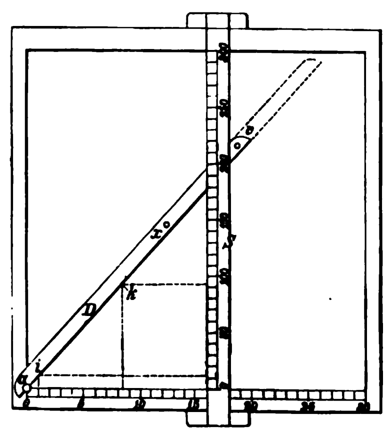
Von Ingenieur **G. Oldenburger**, Gewerbeschullehrer in Bochum.

I. Rechenschieber zum Multipliciren und Dividiren.

Wenngleich der logarithmische Rechenschieber für den mit seinem Gebrauch Vertrauten sehr angenehm ist, so stösst doch das Erlernen seiner Handhabung vielfach auf Schwierigkeiten, die im Wesentlichen auf die Denkträgheit der Lernenden zurückzuführen sind.

Der hierneben skizzirte Rechenschieber verlangt vom Anwender kein Nachdenken, ist dafür aber auch nicht so vollkommen als der logarithmische, denn man kann mit ihm blos multipliciren und dividiren, Operationen, die allerdings nicht immer bequem sind.

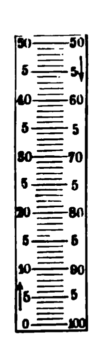
Die Handhabung unsers Rechenapparats geschieht wie folgt: Soll z. B. 11 mit 8,4 multiplicirt werden, so schiebt man die eingetheilte Schiene S mit der Vorderkante auf die Zahl 1 der horizontalen Theilung und dreht das um a drehbare Lineal D, welches an zwei Stiften x und v entlang verlängerbar ist, so, dass dessen untere Kante im Punkte i die Theilung von S im elften Theilstrich schneidet. Das Lineal D wird durch Finger- oder Federdruck in dieser Stellung festgehalten und die Schiene S mit der Vorderkante auf den Punkt 8,4 der horizontalen Theilung geschoben. Dieselbe schneidet dann das Lineal D in dem Punkte, der auf 92,4 der Theilung von S liegt. Es ist demnach 11 . 8,4 = 92,4. (Bedeutet die horizontale Eintheilung 0 bis 30 etwa Liter oder Kilogramm oder Meter oder sonst eine Maasseinheit und die Eintheilung auf der Schiene S von 0 bis 300 etwa Pfennige oder eine andere Münzeinheit, so würde mit so einfachem Apparat auch jeder im Rechnen Ungeübte mit Leichtigkeit, ohne Papier und Bleistift etwa nöthige Multiplicationen ausführen können.)



Bei der Division zweier Zahlen wird wie folgt verfahren: Ist 92,4 durch 8,4 zu dividiren, so schiebt man die Schiene S auf den Theilstrich 8,4 und stellt das Lineal D so fest, dass seine Unterkante die Theilung der Schiene S in 92,4 schneidet. Schiebt man darauf die Schiene S mit der Vorderkante auf den Theilstrich 1 der horizontalen Theilung, so zeigt Punkt i auf der Schiene S den elften Theilstrich, und es ist also 92,4 dividirt durch 8,4 = 11. Die Theilungen sind natürlich in Wirklichkeit feiner auszuführen als in der Figur.

II. Subtractionstäfelchen.

Eine Einrichtung, die gewissermaassen eine Ergänzung zu dem vorigen Apparat bildet und in kleinem Maassstabe ausgeführt als Berloque dienen kann, ist nebenbei figürlich dargestellt und will nur beim Subtrahiren zweier Zahlen, speciell bei Einkäufen behilflich sein. Sie kann grösser ausgeführt in Kaufläden angebracht werden, damit Käufer mit weniger grossem Scharfsinn sofort ablesen können, was sie auf ein gegebenes grösseres Geldstück wieder zurückbekommen. Die hier gezeichnete Tafel, ein einfaches Plättchen mit eingravirter Theilung, giebt an, was man von einer Mark oder einem Zehnmarkstück zurückerhält. Wären z. B. 37 Pfennige oder Mark zu bezahlen, so erhält man wie daneben steht 63 Pfennige oder Mark zurück, hätte man 87 Pfennige oder Mark zu zahlen, so würde man 13 Pfennige bezw. Mark zurückerhalten. Auf einem Kantel könnte man solcher Eintheilungen vier anbringen für Ein- bezw. Zehnmarkstücke, für 2-, 3- und 5-Markstücke. Bei der 2-Markstücktafel hätte man die Eintheilung von 0 bis 100 und von 100 bis 200 zu führen, bei der 3-Marktafel von 0 bis 150 und von 150 bis 300, ferner bei der Tafel für das 5-Markstück von 0 bis 250 und von 250 bis 500.



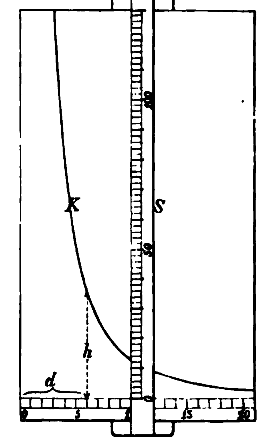
Von vielen Lesern wird die Hilfe eines solchen simplen Rechenknechtes lächelnd verschmäht werden; wer aber täglich erfährt, mit welcher Unbeholfenheit die Zahlen im gewöhnlichen Leben behandelt werden, wird ihn nicht mehr belächeln, sondern wünschen, dass solche Subtractionstafeln für die üblichen Geldsorten in den Schulen in möglichst grellen Farben angebracht würden.

III. Schieber zur Berechnung von Hohlmaassen.

Ein Rechenknecht, der Küfern (Böttchern, Fassbindern), Klempnern (Spenglern) und anderen Fabrikanten von Hohlmaassen dienlich sein und ihnen viele Versuche und

auch Arbeitsmaterial ersparen kann, ist der nebenstehend gezeichnete Apparat. Auf ein starkes Blech zeichnet man in passsendem Maassstabe die Curve K nach der Formel

$$h = \frac{4000}{\pi d^2}.$$



Dieselbe giebt den Werth h für alle Werthe von d.

Wird beispielsweise ein Litermaass verlangt von dem Durchmesser $d = 10$ cm, so wird der Schieber S auf der horizontalen Theilung 0 bis 20 so weit verschoben, dass seine Vorderkante mit dem horizontalen Theilstrich 10 abschneidet. Die Zahl 12,7 cm auf dem Schieber S würde dann sofort die Höhe des betreffenden Litermaasses angeben. Umgekehrt wird bei gegebener Höhe des Gefässes der Durchmesser desselben einfach in der Weise gefunden, dass man den Schieber, der das Zeichenbrettchen klammerartig umfasst, so weit verschiebt, bis die Curve K in richtiger Höhe geschnitten wird. Sollte z. B. das Hohlmaass die Höhe 12,7 haben, so müsste der Durchmesser 10 sein. Je grösser die Curve gezeichnet wird, desto genauer kann auch die Ablesung erfolgen, vorausgesetzt, dass auch die Eintheilung genau ist und die Führung des Schiebers schliessend an gerade gearbeiteten Kanten des Bleches geschieht.

Referate.

Registrirender Fluthmesser.

Von F. H. Reitz. *Monographie. Hamburg 1884. L. Friederichsen & Co.*

Die Fortschritte der Geodäsie, welche eine immer schärfere Bestimmung der Figur der Erde erreichen lassen, bedingen auch die Nothwendigkeit, die Frage nach dem mittleren Niveau der die Continente umgebenden Meere einer präciseren Lösung entgegenzuführen. Man hat deshalb, wie im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 424 des Näheren dargelegt ist, an zahlreichen Küstenpunkten registrirende Fluthmesser aufgestellt, um die Bewegung des Wassers continuirlich verfolgen zu können. Bei diesen Apparaten wird in der gewöhnlichen Weise das Steigen und Fallen des Wassers mittels eines Schreibstiftes in mehr oder minder vollkommener Weise in Form einer Curve aufgeschrieben. Die Bearbeitung der Fluthcurven geschieht mittels Planimeter und erfordert einen grossen Aufwand von Zeit und Mühe. Abgesehen hiervon hat aber diese Methode erhebliche Mängel; erstens sind die Curven in den Diagrammen, wie sie die registrirenden Fluthmesser liefern, oft kaum mit dem Fahrstift des Planimeters zu umfahren; zweitens bewirkt an manchen Küstenpunkten eine eigenthümliche Wellenbewegung, dass die Fluthcurven als ziemlich breite, dicht schraffirte Streifen in den Diagrammen der Registrirapparate erscheinen, deren Bearbeitung mit dem Planimeter eine grosse Unsicherheit in den Resultaten mit sich führt. Um diese Uebelstände zu vermeiden, hat der unsern Lesern bekannte Ingenieur F. H. Reitz in Hamburg seinem im Jahre 1871 construirten registrirenden Fluthmesser eine Einrichtung gegeben, welche gestattet, die Wasserbewegung ohne Vermittlung einer Zeichnung unmittelbar zu integriren und die mittlere Wasserhöhe, nach Division der Angaben des Apparates mit einer der Zeit proportionalen Grösse, direct zu erhalten. Liest man also z. B. die Angaben des Apparates in Zeiträumen von 8 Tagen ab, so erhält man das mittlere Niveau für 8 Tage, liest man täglich ab, so erhält man die mittlere Höhe für je 24 Stunden. Damit man nun aber für specielle Untersuchungen der Bewegung des Wassers einer fortwährenden

Beobachtung des Apparates enthoben sein kann, ist gleichzeitig die Einrichtung getroffen, dass die Fluthcurven in der gewöhnlichen Weise continuirlich aufgezeichnet werden. Apparate dieser Art, in der Werkstatt von Dennert & Pape in Altona ausgeführt, sind seit einer Reihe von Jahren in *Hamburg, Helgoland* und *Cadix* in Thätigkeit und functioniren zu vollster Zufriedenheit. In neuerer Zeit hat der Apparat in einzelnen Theilen einige Modificationen erfahren, die Verfasser im Zusammenhange mit der Beschreibung eines für den Hafen von Marseille bestimmten Exemplars mittheilt, zugleich mit einer Reihe von theoretischen Bemerkungen über die Genauigkeit des Apparates. Wir wollen unseren Lesern in Folgenden nur eine Skizze des Instrumentes geben und behalten uns ein näheres Eingehen für eine in Vorbereitung befindliche Monographie vor.

Der Schwimmer, von 0,9 m Durchmesser, ist aus Kupferblech hergestellt; er hat besondere Einrichtungen, die seine absolute Dichtigkeit garantiren und ihn vor Formveränderungen durch Temperatur-, Luftdruck- oder andere äussere Einflüsse schützen. Vom Schwimmer geht ein Kupferdraht von etwa 2 mm Dicke auf die Scheibe *a* (Fig. 1). Beim Fallen des Wassers wird der Apparat durch das Gewicht des Schwimmers in Bewegung gesetzt; bei eintretender Steigung bewirkt ein an der Scheibe *a* angebrachtes Gegengewicht, dass der Apparat in Thätigkeit tritt. Auf der Axe von *a* befindet sich ein gezahntes Rädchen, dessen Durchmesser ein Zehntel desjenigen von *a* ist. Dieses Rädchen greift in eine Zahnstange ein, welche auf Frictionsrollen getragen und geführt an ihrem Ende den die Fluthcurve zeichnenden Diamant *f* trägt. Der das Papier aufnehmende Cylinder *c* wird durch die Uhr *b* in 24 Stunden einmal um seine Axe gedreht.

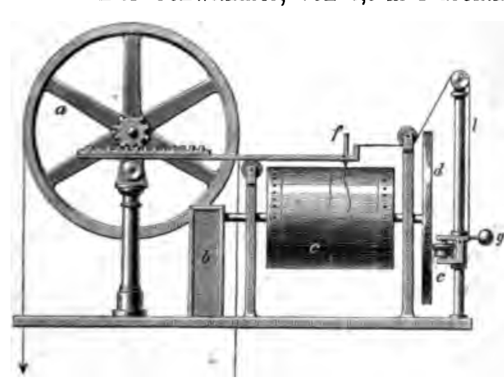


Fig. 1.

Das Papier zur Aufzeichnung der Wasserstandscurve wird selbstthätig durch den Apparat für Zeit und Höhe eingetheilt. Für die Höhe werden drei Linien durch am Gestell befestigte Diamantspitzen getheilt. Die Theilung für die Zeit wird durch Spitzen an beiden Rändern des Cylinders *c* bewirkt. Hierdurch werden die Fehler vermieden, die bei einer vorherigen Eintheilung des Papiers durch Verziehen desselben in Folge von Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen eintreten. Nachdem das Papier eingetheilt und mit der Aufzeichnung des Wasserstandes versehen ist, wird es selbstthätig auf eine Rolle aufgewickelt und kann in beliebigen Längen abgeschnitten werden.

Auf derselben Axe mit dem Cylinder *c* sitzt die zum Integrirapparate gehörige Spiegelglasscheibe *d*. Eine Vorstellung von der Einrichtung des Integrirapparats giebt die Figur. Die Scheibe *d* wird gleichzeitig mit dem Cylinder *c* durch die Uhr in 24 Stunden um ihre Axe gedreht. Man denke sich nun die Rolle *e*, deren Axe parallel zur Ebene von *d* steht, der Bewegung des Schwimmers durch Vermittlung von Trieb und Zahnstange z. B. im Verhältniss 1 : 10 folgend, auf *d* hin und her bewegt. Wenn die Rolle im Mittelpunkt der Scheibe steht, so sei angenommen, dass das Wasser am Pegel auf Null stehe. Es sei nun der Wasserstand 1 Meter über Null und bleibe 24 Stunden unverändert; dann wird die Rolle in dieser Zeit eine Länge von 2π 0,1 m auf der Glasscheibe abwälzen. Man findet diese Grösse durch die Differenz der am Anfange und am Ende der 24 Stunden am Umfang der Rolle und am Zählapparat für die vollen Umdrehungen gemachten Ablesungen, nach Multiplication dieses Werthes mit dem Umfang der Rolle. Dividirt man nun diese Grösse, 2π 0,1 m mit dem der Zeit entsprechenden Bogen, also für 24 Stunden mit 2π, so erhält man hier 0,1 m gleich ein Zehntel der

mittleren Wasserhöhe. — Die Construction ist so gewählt, dass eine Drehung der Rolle nicht stattfinden kann, sondern dass dieselbe nur durch Drehung der Glasscheibe mittels radialer Verschiebung, entsprechend dem Abstande vom Mittelpunkte, d. h. dem Wasserstande, gedreht werden kann. Bei dem vorliegenden Apparat sind zwei Rollen *e* zur Anwendung gekommen, um eine Controle zu haben. Die Bewegung der Rollen geschieht durch eine Platinlamelle *l*, welche am Ende der den Zeichenstift tragenden Stange befestigt ist; die Lamelle wird über zwei Rollen geführt. Die Bewegung der Rollen, welche durch kleine Gewichte *g* gegen die Scheibe *d* angedrückt werden, erfolgt in verticaler Richtung; zwei verticale Säulen dienen ihnen bei ihrer Bewegung über *d* zur Führung, nach der von Sir W. Thomson *mathematical slide* genannten Methode.

Der ganze Apparat ist durch einen Glaskasten geschützt. Die verschiedenen Theile desselben sind auf einer gehobelten Gusseisenplatte aufgestellt und festgeschraubt. Diese mit Rippen verstärkte Platte wird durch eine Säule von Gusseisen, welche auf dem Rande des Schachts steht, getragen.

Verfasser giebt noch einige allgemeine Winke für die Construction und Aufstellung seines Fluthmessers. Das Verkleinerungsverhältniss für die Bewegung des Zeichenstiftes richtet sich nach dem Unterschiede zwischen Hoch- und Niedrigwasser. Wo dieser Unterschied sehr bedeutend ist, wie z. B. an der Westküste von England und Frankreich — bis zu 17 m —, wählt man das Verhältniss etwa 1 : 30; für Cadix ist das Verhältniss 1 : 15, für Helgoland 1 : 20, für Hamburg 1 : 8. — Bei Anwendung von Diamantspitzen kann man auch eine dünne Kupferplatte statt des Papiers auf den Cylinder bringen und eine Fluthperiode vom Apparat zur Vervielfältigung eingraviren lassen, wie es in Belgien mehrfach zur Ausführung gebracht ist; von der Kupferplatte kann dann direct gedruckt werden. — Will man die Zeit des höchsten und niedrigsten Wasserstandes registriren, so kann nach Verf. folgendes Mittel zur Anwendung gebracht werden. Auf der Scheibe für die Integrirung wird am Rande ein als Index dienendes Stück Eisen durch einen Elektromagneten festgehalten. Der durch diesen gehende Strom wird unterbrochen, sobald das Wasser seinen höchsten oder niedrigsten Stand erreicht hat und anfängt zu fallen oder zu steigen. Alsdann bleibt das als Index dienende Stückchen Eisen auf dem Rande der Scheibe liegen; dieser Rand ist in Stunden und Minuten getheilt und man erhält auf diese Weise die Zeit des Hoch- und Niedrigwassers.

Wenn der vom Schwimmer zum Integrirapparat geführte Draht eine bedeutende Länge besitzt, wenn der Apparat also vielleicht in einem vom Meeresufer entfernt liegenden Gebäude aufgestellt ist, so wird es nöthig, die Einflüsse der Temperatur auf die Länge des Drahtes zu compensiren. Verf. schlägt zu diesem Zwecke folgende Einrichtung vor. Neben dem vom Schwimmer kommenden Draht *a* führt man einen zweiten Draht von gleicher Dicke *b*, welcher im Schachte des Schwimmers befestigt ist, bis zur Decke des Raumes, wo der Apparat aufgestellt ist. Verkürzt sich nun der vom Schwimmer kommende Draht *a* (Fig. 2) durch Temperatureinwirkungen, so würde ohne den zweiten Draht eine Drehung der Scheibe *A* eintreten und hieraus ein Fehler resultiren. Diese Drehung wird aber verhindert, weil sich der zur Compensirung bestimmte Draht um ebensoviel verkürzt, und hierdurch das Lager der Rolle *B* in der Richtung des Pfeils verschoben wird, so dass in Beziehung auf Scheibe *A*, trotz der Längenänderung des Drahtes, alles in Ruhe bleibt. Die Leitungsrollen und ihre Lager müssen für diese Einrichtung mit Sorgfalt gearbeitet werden und etwa 2 dm Durchmesser haben.

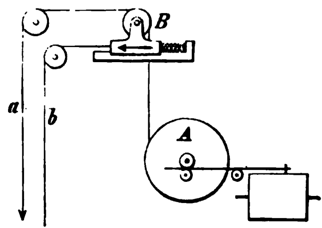


Fig. 2.

Für den Apparat in Cadix ist in den *Memorias del Instituto Geografico y Estadistico, IV, S. 642, Madrid 1883*, für die Bestimmung der mittleren Wasserhöhe inner-

halb 24 Stunden eine Genauigkeit von + 0,2 mm berechnet werden. Diese Genauigkeit ist eine erstaunliche, bisher von keinem Fluthmesser erreichte und Herr Reitz hat sich durch die Construction seines Apparates ein erhebliches Verdienst um die Geophysik erworben. Es fragt sich aber doch, ob die enormen Kosten, die mit der Anschaffung, Aufstellung und Bedienung dieses Apparates verbunden sind, in allen Fällen gerechtfertigt sind. Bei der Bestimmung des mittleren Meeresniveaus kommt es nicht so sehr auf die Genauigkeit der einzelnen Beobachtung an, als auf eine grosse Anzahl von Beobachtungen, die sich auf eine längere Reihe von Jahren erstrecken. Die einzelne Beobachtung kann unbedenklich weniger genau sein, als sich mit den besten Mitteln erreichen lässt, man erhält doch das Endresultat mit einem mittleren Fehler von minimalem Betrage. Man würde also vielleicht besser thun, weniger genaue Apparate an vielen Küstenpunkten aufzustellen, als sich mit einzelnen feinen Apparaten an wenigen Punkten zu begnügen. Wo aber die Mittel auch für viele Apparate ausreichen, da wird natürlich der Reitz'sche Fluthmesser vor allen anderen den Vorzug verdienen. *W.*

Modification der polarisirenden Prismen von Foucault und Ahrens.

Von H. G. Madan. *Nature.* ***31.*** *S. 371.*

Die Strahlen gehen, wie im Ahrens'schen Prisma (vgl. d. März-Heft d. Zeitschr. S. 98) zunächst durch zwei Kalkspathprismen, deren Axen senkrecht gegen einander stehen, so dass der ordentliche Strahl des ersten im zweiten ausserordentlicher wird und umgekehrt. Während aber im Ahrens'chen Prisma der ausserordentliche Strahl des zweiten Prismas durch Brechung in einem dritten Kalkspathprisma aus dem Gesichtsfelde gerückt wird, beseitigt Verfasser den ordentlichen Strahl nach Foucault's Vorgang durch Totalreflexion an einer Luftschicht. Den übrigbleibenden ausserordentlichen lässt er durch eine Combination von Crownglas und Flintglas wieder in seine ursprüngliche Richtung bringen und zugleich achromatisiren. Der Verf. erkennt an, dass dies nicht vollkommen erreicht wird. Die Länge des Prismas ist kaum gleich der doppelten Breite, das Gesichtsfeld beträgt 28°. *Z.*

Apparat zur genauen Bestimmung der Schwingungszahl eines tönenden Körpers.

Von A. Izraileff. *Beiblätter zu Wiedem. Ann. 1885. S. 21 aus Journ. d. Russ. physik.-chem. Gesellschaft.* ***16.*** *S. 1.*

Verfasser, nach unserer Quelle durch eigenhändig gearbeitete, sehr genau gestimmte Stimmgabelcollectionen bekannt, die auf den Ausstellungen zu Moskau, Wien und Philadelphia die vollste Anerkennung gefunden haben, beschreibt einen Apparat für akustische Messungen. Derselbe besteht aus einem Pendel mit mikrometrisch verschiebbarem Gewicht; die Spitze des Pendels berührt eine gespannte Saite und stösst an dieselbe, wenn das Pendel schwingt. Aus einer Anzahl von Stimmgabeln, welche um je acht einfache Schwingungen von einander differiren, wählt man zwei heraus, zwischen denen der zu untersuchende Ton liegt; dann hebt oder senkt man mikrometrisch das Gewicht des Pendels, bis die Stösse des Pendels an die Saite genau mit den Schwebungen zusammenfallen, welche der tönende Körper mit der einen oder der anderen Stimmgabel macht. Da man bekanntlich so viele Schwebungen in der Secunde vernimmt, als die Differenz der Schwingungszahlen beider Töne beträgt, so hat man hierdurch ein Mittel, die Schwingungszahl scharf zu bestimmen. Die Pendelstange ist nach einem Chronometer empirisch graduirt worden und die Lage des Gewichts giebt die Zahl an, die man zu der Schwingungszahl der tieferen Stimmgabel zu addiren hat, um diejenige des untersuchten Tones zu erhalten. *W.*

Untersuchungen über die Fehler von Radiations-Thermometern.

Von G. M. Whipple. *Quarterly Journ. of R. Meteorolog. Society.* ***10.*** *S. 45.*

Auf dem Meteorologen-Congress zu Leipzig im Jahre 1872 war die Frage der Vergleichbarkeit der Radiations-Thermometer zur Sprache gekommen und auf Veranlassung von Dr. Jelinek der Wunsch geäussert worden, dass die englischen Physiker sich dem Studium dieser Instrumente unterziehen möchten. Das meteorologische Observatorium in Kew in England, in dessen Geschäftsbereich die Untersuchung dieser Frage gefallen wäre, lehnte aber zuerst ein Eingehen auf den Gegenstand ab. Seit dieser Zeit wurden die englischen Radiations-Thermometer durch die Mechaniker J. Hicks und Negretti & Zambra zu London mehrfach verbessert; auch einige Untersuchungen über die Fehler dieser Instrumente, so von F. Stow im *Quarterly Journ. of R. Meteorolog. Society 2. 206* und von Blanford in seiner *Meteorology of India for 1879* veröffentlicht. Die genannten Forscher hatten ein willkürlich gewähltes Radiations - Thermometer, Maximum-Thermometer mit geschwärzter Kugel und im luftleeren Raume abgeschlossen, als Normalinstrument angesehen, andere Instrumente derselben Art unter genau gleichen Bedingungen mit demselben verglichen und das Mittel aus den erhaltenen Unterschieden als Fehler an das betreffende Instrument angebracht; Blanford hatte hierbei Abweichungen vom Vergleichsinstrument bis zum Betrage von 8° C und darüber gefunden. Diese wenig kritischen Untersuchungen veranlassten den Director des Observatoriums in Kew, Herrn G. M. Whipple, seinen Widerstand gegen ein näheres Studium der Frage aufzugeben und eine Reihe von experimentellen Beobachtungen über das Verhalten der Radiations-Thermometer anzustellen.

Verf. begann seine Untersuchungen im Jahre 1879 mit vier Thermometern verschiedenen Ursprungs. Dieselben wurden horizontal nebeneinander gelegt und unter denselben Bedingungen beobachtet. Ein heftiger Sturm zerbrach jedoch drei derselben. Das übrig bleibende vierte wurde seitdem als Normalinstrument angesehen und eine Reihe von anderen Radiations-Thermometern mit demselben verglichen; die meisten dieser Thermometer waren, ehe sie in dem umgebenden Glasbehälter luftdicht verschlossen wurden, genau auf Fehler untersucht worden. Auch nach Anbringung dieser Fehler zeigten sich aber grosse Unterschiede in den Ablesungen; hieraus schloss Whipple mit Recht, dass das Anbringen eines constanten Correctionsgliedes, wie es Stow und Blanford gethan hatten, nicht den Umständen entspreche. Die Ursache des verschiedenen Verhaltens suchte Verf. nun zunächst in dem nicht bei allen Exemplaren gleich dicken Russüberzug, auf welche Fehlerquelle schon Scott in seiner *Elementary Meteorology* aufmerksam gemacht hatte. Um den Einfluss dieser Fehlerquelle zu untersuchen, wurden zwei Beobachtungsreihen, von September bis November 1882 und von Februar bis August 1883, in folgender Weise ausgeführt:

Sechs Maximum-Thermometer von Negretti & Zambra von möglichst gleicher Beschaffenheit, wurden zunächst genau bestimmt; sodann wurden ihre Quecksilberbehälter mit einer Russschicht derart überzogen, dass das eine Paar einen, das zweite Paar zwei und das dritte drei Ueberzüge erhielt. Sie wurden dann in Glasbehälter, deren Kugeln einen Durchmesser von 63,5 mm hatten, eingeschlossen und die Behälter nach Erhitzung auf etwa 100° mittels einer Luftpumpe evacuirt und hermetisch verschlossen. Die Thermometergefässe wurden in den Behältern durch Messinglamellen gehalten. Die so präparirten Instrumente wurden im Freien, 40 m vom Gebäude des Observatoriums entfernt, auf einem horizontalen Holzrahmen, etwa 1,2 m über dem Boden, nebeneinander gelegt; das Normal-Thermometer (von J. Hicks), sowie ein Reserve-Thermometer lagen gleichfalls auf dem Rahmen. Die Thermometer wurden täglich 10 Uhr Vormittags abgelesen. Es ergaben sich beträchtliche Abweichungen der einzelnen Exemplare von den Angaben des

Normalinstruments, die in einzelnen Fällen bis über 7° C. anstiegen. Die Mittel aus allen Beobachtungen ergaben für die einzelnen Temperaturen die nachstehenden Correctionen; zur Bequemlichkeit unserer Leser haben wir die Angaben nach Fahrenheit in Centigrade übertragen, woraus sich die unregelmässigen Intervalle der ersten Columne erklären.

Tafel I.

Temperatur des Norm.-Therm.	No. des Thermometers					
	14866	19836	19837	19838	19839	19840
10° bis 15°	+ 0.1°	+ 0.4°	+ 0.8°	+ 0.7°	+ 1.1°	+ 1.0°
16 „ 21	+ 0.5	+ 0.6	+ 1.4	+ 1.1	+ 1.4	+ 1.7
21 „ 26	+ 0.6	+ 0.9	+ 1.9	+ 1.4	+ 1.8	+ 2.1
27 „ 32	+ 0.3	+ 0.2	+ 2.2	+ 1.8	+ 1.8	+ 2.4
32 „ 37	— 0.1	+ 0.3	+ 1.4	+ 1.8	+ 2.2	+ 2.5
38 „ 43	— 0.1	+ 0.4	+ 3.3	+ 2.2	+ 3.1	+ 3.4
43 „ 48	+ 0.1	+ 0.4	+ 3.6	+ 2.3	+ 3.2	+ 3.7
49 „ 54	— 0.1	+ 0.5	+ 3.7	+ 2.4	+ 3.7	+ 3.7
54 „ 60	— 0.2	+ 0.8	+ 3.9	+ 2.7	+ 3.9	+ 3.8
Mittel:	+ 0.1	+ 0.5	+ 2.5	+ 1.8	+ 2.5	+ 2.7

Diese Werthe vereinigt nun Verf. gruppenweise nach dem Grade der Berussung zu Mittelwerthen und erhält dadurch folgende Tabelle:

Tafel II.

Temperatur des Norm.-Therm.	Einfache Russschicht			Doppelte Russschicht			Dreifache Russschicht		
	19839	19840	Mittel	19836	19837	Mittel	14866	19838	Mittel
10° bis 15°	+ 1.1°	+ 1.0°	+ 1.1°	+ 0.4°	+ 0.8°	+ 0.6°	+ 0.1°	+ 0.7°	+ 0.4°
16 „ 21	+ 1.4	+ 1.7	+ 1.6	+ 0.6	+ 1.4	+ 1.0	+ 0.5	+ 1.1	+ 0.8
21 „ 26	+ 1.8	+ 2.1	+ 2.0	+ 0.9	+ 1.9	+ 1.4	+ 0.6	+ 1.4	+ 1.0
27 „ 32	+ 1.8	+ 2.4	+ 2.1	+ 0.2	+ 2.2	+ 1.2	+ 0.3	+ 1.8	+ 1.1
32 „ 37	+ 2.2	+ 2.5	+ 2.4	+ 0.3	+ 1.4	+ 0.9	— 0.1	+ 1.8	+ 0.9
38 „ 43	+ 3.1	+ 3.4	+ 2.8	+ 0.4	+ 3.3	+ 1.9	— 0.1	+ 2.2	+ 1.1
43 „ 48	+ 3.2	+ 3.7	+ 3.3	+ 0.4	+ 3.6	+ 2.0	+ 0.1	+ 2.3	+ 1.2
49 „ 54	+ 3.7	+ 3.7	+ 3.7	+ 0.5	+ 3.7	+ 2.1	— 0.1	+ 2.4	+ 1.2
54 „ 60	+ 3.9	+ 3.8	+ 3.8	+ 0.8	+ 3.9	+ 2.4	— 0.2	+ 2.7	+ 1.3
Mittel:	+ 2.5	+ 2.7	+ 2.5	+ 0.5	+ 2.5	+ 1.5	+ 0.1	+ 1.8	+ 1.0

In den Mitteln glaubt Verf. den Einfluss der verschiedenen Berussung zu erkennen; es dürfte aber doch wohl unzulässig sein, so heterogene Werthe zu Mitteln zu vereinigen. Einen gleichmässigen Gang zeigen nur die Thermometer 19839 und 19840, welche eine einfache Russschicht tragen; von den Thermometern mit doppelter Berussung hat das eine fast genau dieselbe Correctur, wie die eben erwähnten, während die Correctionen des anderen denen des Thermometers 14866 fast gleich sind, welches eine dreifache Russschicht trägt. Wenn nun auch ein Einfluss der verschiedenen Berussung von vornherein einleuchtend erscheint, so ist er doch durch die obigen Werthe nicht sicher genug nachgewiesen; es dürfte auch schwer sein, in dieser Richtung eine brauchbare Gleichmässigkeit zu erzielen. Verfasser hat vorläufig darauf verzichtet, betreffs der

Dicken der Berussung weitere Forschungen anzustellen, er sucht zunächst die individuellen Unterschiede in Verschiedenheiten der Grösse der Kugeln. Die Behälter der Glasumhüllungen zeigten sich bei einer sorgfältigen Untersuchung von genau gleicher Grösse, dagegen ergab die Messung der Durchmesser der Quecksilberkugeln bemerkenswerthe Unterschiede. Die Durchmesser hatten folgende Grössen:

Thermometer	14866: 13,76 mm	19837: 12,70 mm
	19836: 13,46 „	19838: 12,46 „
	19839: 13,46 „	19840: 12,46 „

Gruppirt man die drei Thermometer mit grösserem Gefäss und die drei mit kleinerem Gefäss gesondert, so erhält man folgendes Bild. Die der Thermometer-Nummer beigeschriebenen römischen Zahlen beziehen sich auf den Grad der Berussung:

Tafel III.

Temperatur des Norm.-Therm.	Grösseres Gefäss				Kleineres Gefäss			
	19839 I	19836 II.	14866 III.	Mittel	19840 I.	19837 II.	19838 III.	Mittel
10° bis 15°	+ 1.1°	+ 0.4°	+ 0.1°	+ 0.5°	+ 1.0°	+ 0.8°	+ 0.7°	+ 0.8°
16 „ 21	+ 1.4	+ 0.6	+ 0.5	+ 0.8	+ 1.7	+ 1.4	+ 1.1	+ 1.4
21 „ 26	+ 1.8	+ 0.9	+ 0.6	+ 1.1	+ 2.1	+ 1.9	+ 1.4	+ 1.8
27 „ 32	+ 1.8	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.8	+ 2.4	+ 2.2	+ 1.8	+ 2.1
32 „ 37	+ 2.2	+ 0.3	— 0.1	+ 0.8	+ 2.5	+ 1.4	+ 1.8	+ 1.9
38 „ 43	+ 3.1	+ 0.4	— 0.1	+ 1.1	+ 3.4	+ 3.3	+ 2.2	+ 3.0
43 „ 48	+ 3.2	+ 0.4	+ 0.1	+ 1.2	+ 3.7	+ 3.6	+ 2.3	+ 3.2
49 „ 54	+ 3.7	+ 0.5	— 0.1	+ 1.4	+ 3.7	+ 3.7	+ 2.4	+ 3.3
54 „ 60	+ 3.9	+ 0.8	— 0.2	+ 1.5	+ 3.8	+ 3.9	+ 2.7	+ 3.5
Mittel:	+ 2.5	+ 0.5	+ 0.1	+ 1.0	+ 2.7	+ 2.5	+ 1.8	+ 2.3

Betrachtet man nun die Mittel aus den Correctionen von je drei Thermometern, so ist der Einfluss der Grösse des Quecksilbergefässes, wie man von vornherein hätte voraussetzen können, unverkennbar. Ueberdies kommt aber nicht blos die Grösse des Gefässes, sondern überhaupt die verschiedene Empfindlichkeit der Thermometer in Betracht, für welche z. B. auch die Dicke der Gefässwandungen maassgebend ist; dies scheint aber Verf. gar nicht in Betracht gezogen zu haben. Es hat daher auch keinen besonderen Werth, die Radiations-Werthe der einzelnen Thermometer mitzutheilen, wobei als fehlerlose Werthe der Radiation die Differenz der Angaben des Normal-Thermometers und eines gewöhnlichen Maximum-Thermometers in der Luft angesehen wurden. Von Interesse ist aber die Bemerkung des Verfassers, dass er seine Untersuchungen mit anderen Thermometern fortsetzen will, bei denen auf alle in Betracht kommenden Umstände, Dimensionen der einzelnen Theile, Dicke der Berussung, constantes Vacuum, Lage des Thermometers im Glasbehälter u. s. w. die grösste Sorgfalt verwendet werden soll. Hoffentlich wird künftig auch die Empfindlichkeit der benutzten Thermometer volle Berücksichtigung finden. *W.*

Trichter zum Filtriren bei Luftabschluss oder in einem beliebigen Gasstrom.

Von F. Allihn. *Zeitschr. f. analyt. Chemie. 23. S. 517.*

Um bei Luftabschluss zu filtriren, dient ein Trichter, der oben eine cylindrische Verlängerung von 1 bis 2 cm Höhe hat; in diese ist ein in der Mitte mit Tubus versehener Deckel gut eingeschliffen. Der Trichter ist mittels eines Stopfens auf einen Filtrirkolben mit seitlichem Ansatzrohr aufgesetzt, die in den Tubus des Deckels mittels

Stopfen eingesetzte Glasröhre mit dem Ansatzrohr durch einen Kautschukschlauch verbunden. Soll in einem Gasstrom filtrirt werden, so werden beide Stopfen durch doppeltdurchbohrte ersetzt; von den neu hinzukommenden Bohrungen gestattet die am Deckel den Eintritt, die am Kolben den Austritt des Gasstromes. Die Vorrichtung kann ersichtlich nur dann ihren Zweck ganz streng erfüllen, wenn die zu filtrirende Flüssigkeit auf einmal in das Filter gegossen werden kann. *Wgsch.*

Neues Aktinometer aus Selen.

Von H. Morize. *Compt. Rend.* ***100***. *S. 271.*

Das Instrument soll die relative Intensität der sichtbaren Sonnenstrahlen bei verschiedenen Höhen der Sonne über dem Horizonte messen. Es besteht aus einem nach Bell's Methode eingerichteten Cylinder; in demselben befinden sich 38 Kupferscheiben, die durch Glimmerscheiben von einander getrennt sind. Letztere sind von etwas kleinerem Radius, so dass kleine Zwischenräume zwischen den Kupferscheiben übrig bleiben, welche mit Selen gefüllt werden, indem man mit einem Selenstab dagegen reibt. Dann wird der Cylinder erwärmt, bis das Selen eine graue Farbe annimmt. Auf der einen Seite werden die geradzahligen, auf der anderen die ungradzahligen Kupferscheiben durch Leitungsdrähte verbunden, so dass der elektrische Strom, welcher durch diese zugeführt wird, breite Flächen zum Uebergang durch das Selen findet und daher der Widerstand des Cylinders ein mässiger bleibt. Der Cylinder befindet sich, durch Glasstützen isolirt, in einer luftleeren Kapsel von Krystallglas, welches die Wirkung der dunklen Wärmestrahlen zurückhält, und wird hoch genug aufgestellt, um die Wirkung des von den benachbarten Gegenständen reflectirten Lichts zu vermeiden. Die Axe des Cylinders steht am besten parallel der Weltaxe, damit die Sonnenstrahlen den ganzen Tag unter gleichem Winkel darauf einfallen.

Schaltet man diesen Apparat in einen Stromkreis mit constanter Elektricitätsquelle (Clamond'sche Batterie) ein, so giebt sich die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Leitungswiderstand des Selens durch die veränderte Stellung der Galvanometernadel kund. Zur Feststellung einer Scale bezeichnet der Verf. mit Null denjenigen Punkt, auf welchen die Nadel bei völliger Finsterniss zeigt, mit 100 denjenigen, auf welchen sie zeigen würde, wenn der Widerstand des Cylinders durch die Wirkung der Sonnenstrahlen gänzlich aufgehoben würde. Um diesen Punkt zu finden, hat man nur nöthig, den Cylinder auszuschalten.

Die Bestimmungen geschehen bei der äusseren Temperatur von 0° C. Da aber in der Praxis die Temperaturen wechseln, so müssen Correctionen stattfinden, über welche für jeden Apparat nach Versuchen bei verschiedenen Temperaturen eine Tabelle festgestellt werden muss. *Z.*

Thermoregulator von einfacher Einrichtung, auch als Registrirthermometer verwendbar.

Von E. H. von Baumbach. *Compt. Rend.* ***99***. *S. 370.*

In ein Proberöhrchen ist eine engere beiderseits offene Röhre eingeschmolzen oder mittels Stopfen luftdicht eingesetzt; ihr unteres, bis in die Nähe des Bodens des Proberöhrchens reichendes Ende ist conisch ausgezogen, das obere mit einer Fassung versehen, auf die eine knieförmig gebogene Messingröhre aufgeschraubt werden kann, durch welche das Gas eintritt. Die obere Wand dieses Messingstückes hat am Knie, gerade oberhalb der engeren Röhre, ein Loch, durch das mittels eines Lederringes eine dritte noch engere, unten schräg abgeschnittene Röhre luftdicht, aber leicht verschiebbar bis in die zweite Röhre eingesetzt werden kann. Man erhitzt das Proberöhrchen mit der mittleren Röhre auf die höchste Temperatur, bei welcher der Apparat gebraucht

werden soll und füllt dann vorher erwärmtes Quecksilber ein, bis der innerhalb des Proberöhrchens liegende Theil der mittleren Röhre fast voll ist. Hierdurch wird ein bestimmtes Luftvolumen im Proberöhrchen abgeschlossen. Nach dem Abkühlen schraubt man das Kniestück auf, setzt die engste, mit einer papiernen Millimeterscale versehene Röhre ein, sodass ihr unteres Ende in der Nähe des Quecksilberspiegels sich befindet, und verbindet das Kniestück mit dem Gashahn, die engste Röhre mit dem Brenner. Das Gas tritt zuerst in die mittlere Röhre, dann in die engste und von da in den Brenner. Nun erhitzt man den Apparat langsam in einem Bade, bis durch das Steigen des Quecksilbers die untere Oeffnung des engsten Rohres geschlossen wird und daher der Brenner erlischt; man notirt dann die Temperatur des Bades und den oberhalb des Lederrings sichtbaren Theilstrich der Papierscale. Hierauf zieht man das engste Rohr etwas höher und erhitzt weiter, bis abermals die Lampe erlischt, und notirt wie früher. Aus den durch Wiederholung dieses Vorganges erhaltenen Daten construirt man die definitive Scale, auf Grund deren der Apparat für jede beliebige Temperatur eingestellt werden kann. Endlich bohrt man in die engste Röhre, etwa 5 mm von ihrem unteren Ende ein kleines Loch, welches bewirkt, dass der Brenner nicht erlischt, wenn die untere Oeffnung durch das Quecksilber versperrt ist. Durch den Eintritt von Luft in den abgesperrten Raum des Proberöhrchens würde die Scale ungiltig werden; das Instrument muss daher immer vertical stehen. Der Apparat lässt sich durch Beseitigung der engsten Röhre und Aufsetzen eines Schwimmers auf das Quecksilber in der mittleren in ein Registrirthermometer verwandeln, dessen Angaben jedoch einer Correction wegen der Aenderungen des Barometerstandes bedürfen.[1] *Wgsch.*

Schmelzen, Giessen, Entphosphorn und Galvanotechnik des Iridiums.

Von N. W. Perry. *Chem. News* **51**. *S. 1, 19 und 31.*

Nach einer Zusammenstellung der Angaben über Vorkommen, Eigenschaften und ältere Anwendungen des Iridiums folgen Bemerkungen über das von Holland herrührende Verfahren, Iridium unter Zusatz von Phosphor zu schmelzen. Durch Erhitzen des Iridiums bei Gegenwart eines Stückes Stangenphosphor entsteht ein Phosphoriridium, welches in Weissgluth leicht schmilzt und dann in eiserne Formen gegossen werden kann. Vom Iridium unterscheidet es sich noch durch grössere Härte (ungefähr 9 der Härtescale) und geringeres specifisches Gewicht (13,768); es enthält ungefähr $7^1/_2$ % Phosphor. Um einen guten Guss zu erhalten, muss das Phosphoriridium mehrmals geschmolzen werden; dabei geht jedesmal etwas Phosphor weg und es erfordert daher jede folgende Schmelzung eine höhere Temperatur. Das Schleifen und Poliren des Phosphoriridiums geschieht mit Schmirgel- oder Diamantpulver, welches mit Oel vermengt auf rasch rotirende Kupferscheiben aufgetragen ist. Um ein Loch in eine Scheibe zu bohren, wird zuerst mittels eines Diamantbohrers eine Vertiefung hergestellt, in diese Schmirgel- oder Diamantpulver und Oel gebracht und dann eine Kupferspitze hineingedrückt und rotiren gelassen. Phosphoriridium legirt sich unter anderm mit Kupfer und Eisen. Eine nur wenig Iridium enthaltende Kupferlegirung ist besonders geeignet für Gegenstände, welche einen starken Druck auszuhalten haben, wie z. B. Schraubenpressen. Sollen aus Iridium Gegenstände hergestellt werden, für welche Strengflüssigkeit nöthig ist, so muss nach dem

[1] Der Apparat kann wohl keinen Anspruch auf Neuheit machen; er unterscheidet sich, abgesehen von nebensächlichen Abweichungen der Construction, die übrigens keine Verbesserung darstellen, nur dadurch von dem im vorigen Jahrgang dieser Zeitschr. S. 138 beschriebenen, dass hier als thermometrische Substanz wieder Luft benutzt ist, während dort Alkohol zur Verwendung kam. Dies war aber gerade der wesentliche Punkt, welcher jenes Instrument von anderen, auf demselben Princip beruhenden auszeichnete. D. Red.

Schmelzen unter Phosphorzusatz und Giessen der Phosphor wieder entfernt werden; dies geschieht durch wiederholtes Glühen mit Kalk in einem hessischen oder Kalktiegel, wobei das Metall allerdings etwas porös wird. Die Iridiumtechnik wurde von Prof. Dudley, dem Director der *American Iridium Compagny* in Cincinnaty vervollkommnet; derselbe hat auch eine Methode zur Herstellung galvanischer Iridiumüberzüge auf Kupfer und einigen anderen Metallen angegeben. Als Bad dient eine schwach saure Lösung von Natriumiridiumchlorid; die Anode besteht aus Phosphoriridium. Der Ueberzug ist sehr politurfähig und glänzt wie Nickel. Unter den vom Verfasser aufgezählten nach diesen Methoden herstellbaren Gegenständen seien folgende hervorgehoben: 1. Schneiden für feine Analysenwaagen aus Phosphoriridium; sie scheinen geringere Reibung zu geben als Stahlschneiden, sind nicht magnetisch und verändern sich unter dem Einfluss von Feuchtigkeit oder Säuredämpfen nicht. Trömner in Philadelphia verwendet sie für feinere Waagen ausschliesslich. 2. Elektrische Contactpunkte aus entphosphortem Iridium. 3. Negative Elektroden für Bogenlampen aus entphosphortem Iridium. Als positive Elektrode muss Kohle verwendet werden, da Iridium theilweise schmelzen würde. Die Lampen müssen so eingerichtet sein, dass das Aneinanderschlagen der Elektroden verhindert wird. Vortheile dieser Elektroden sind: Unveränderlichkeit der Lage des Lichtpunkts, Verkürzung der Lampe fast um die Länge der negativen Kohlenelektrode, Ersparniss an negativen Elektroden, stärkeres und ruhigeres Licht. 4. Düsen für Gebläse. 5. Zapfenlager u. s. w. für feinere Apparate (Uhren, Compasse). 6. Werkzeuge, bei denen es auf Härte und chemische Widerstandsfähigkeit ankommt. Eine Troy-Unze Phosphoriridium kostet jetzt 20 Dollars; 10 Gramm also etwa 28 Mark. Den Schluss des Aufsatzes bildet eine Literaturzusammenstellung über das Iridium und seine Verbindungen. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

F. Barkeljan. Eléments pratiques d'Arpentage, Géodésie, Nivellement. Gand 1885. 8°. M. 4,50.

M. Benjamin. Das rationelle Drehen des Uhrmachers. 2. Auflage. Hamburg 1885. 8°. M. 0,50.

J. Neumann. Vorlesungen über theoretische Optik. Leipzig 1885. B. G. Teubner. M. 9,60.

Kleyer. Lehrbuch des Magnetismus und Erdmagnetismus. Stuttgart 1885. J. Maier. M. 6,00.

Th. Albrecht. Bestimmungen der Länge des Secundenpendels. Berlin 1885. F. Mode. M. 5,00.

F. Gaumet. Traité de topographie. 428 S. mit 700 Fig. Bruxelles. Spinaux & Co. 13 fr.

F. Hartner. Handbuch der niederen Geodäsie. 6. Aufl. Bearb. und vermehrt von J. Wartler. Wien, Seidel & Sohn. M. 16,00.

E. Dechant. Ueber den Gang der Lichtstrahlen durch Glasröhren, die mit Flüssigkeit gefüllt sind und eine darauf sich gründende Methode, den Brechungsindex condensirter Gase zu bestimmen. Wien, Gerolds Sohn. M. 0,30.

R. T. Glazebrook und **W. N. Shaw.** Practical Physics. 508 S. London, Longmans. 6 sh.

P. Schreiber. Beitrag zur Frage der Reduction von Barometerständen auf ein anderes Niveau. Leipzig, Engelmann. M. 1,30.

F. O. Wildner. Handbuch der Feilenkunde für den Gebrauch in der Praxis und zum Unterricht. Düsseldorf, Schwann. M. 10,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 21. April 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr Dr. A. Westphal gab eine kurze Uebersicht über die Entwicklung der Basisapparate und besprach dann den neuen Basisapparat der nordamerikanischen Coast and Geodetic Survey. Der erste Theil des Vortrages wird im Laufe dieses Jahres in weiterer Ausführung in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden; den zweiten Theil, die Beschreibung und Besprechung des amerikanischen Basisapparates werden die Leser in einem der nächsten Hefte unter den Referaten finden.

Herr Ch. F. Geissler führte seine neue Quecksilber-Luftpumpe vor. Dieselbe ist gegen die früher besprochene Construction dadurch vervollkommnet, dass an Stelle der Hähne, deren Oeffnen und Schliessen durch einen Gehilfen erfolgen musste, automatisch functionirende Ventile gekommen sind. Der Vortragende zeigte die Wirkung des Apparats an der Evacuation einer Geissler'schen Röhre. Wir hoffen auf den Apparat später näher eingehen zu können.

Herr Regierungsrath Dr. Loewenherz macht dann einige Mittheilungen über die Eröffnung der Tagesklasse für Mechaniker. Dieselbe hat ihre Thätigkeit am 15. d. M. mit 13 Schülern begonnen. — Es ist zu erwarten, dass diese durch die dankenswerthe Fürsorge der städtischen Behörden und unter thätiger Behilfe unserer Gesellschaft als solcher und hervorragender Mitglieder derselben in's Leben getretene Institution auf die Entwicklung der Präcisionsmechanik einen segensreichen Einfluss ausüben wird. Der jungen Schule wird sicher auch in Zukunft die Fürsorge der berufenen Fachgenossen nicht fehlen.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Berliner Zweigverein der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Sitzung vom 7. April 1885. Vorsitzender: Herr Geheimrath Dr. Thiel.

Herr Prof. Dr. A. Fischer hielt den angekündigten Vortrag über Metallthermometer. Der Vortragende führte ungefähr Folgendes aus: Von den festen Körpern eignet sich die Ausdehnung der Metalle am besten zur Bestimmung der Temperatur. Der nächste Weg, dies zu thun, ist der, einen Metallstab an dem einen Ende zu befestigen und das andere freie Ende auf den kurzen Arm eines ungleicharmigen Hebels wirken zu lassen, dessen längerer Arm entweder selbst als Zeiger auf einer Scale spielt oder seine Bewegung mittels einer Zahnübersetzung auf den Zeiger überträgt. Lamont soll auf diese Weise die Temperatur mittels eines Eisenstabes bestimmt haben. Da man aber bei dieser Construction, um die Temperaturbewegung sichtbar zu machen, wegen der geringen linearen Ausdehnung der Metalle sehr lange Stäbe haben muss, so hat man, um grössere Handlichkeit zu erzielen, schon früh daran gedacht, statt der unbequemen langen Stäbe ein System von Metallstangen kleinerer Dimensionen einzuführen. Schon Zeiher und Loeser bedienten sich 1763 eines solchen Systems bei Construction eines Metallthermometers. In neuerer Zeit hat Dr. Paugger dies Princip erfolgreich angewandt; er benutzt zehn Zinkröhren von etwa 32 cm Länge, die sämmtlich untereinander durch ungleicharmige Hebel verbunden sind. Die Ausdehnung der ersten Röhre wird also vergrössert auf die zweite übertragen. Die hierdurch entstandene Verschiebung derselben, sowie die eigene Ausdehnung dieser Röhre wird wieder vergrössert auf die dritte übermittelt u. s. w., bis endlich die Verschiebung und eigene Ausdehnung der zehnten Röhre von dem Zeigerwerk vergrössert dargestellt wird.

Der Gedanke, Metalle von verschiedener Ausdehnung zur Temperaturbestimmung zu benutzen, lag ziemlich nahe und wurde schon im Jahre 1768 von Mechaniker Felten

in Braunschweig ausgeführt. Ein Eisen- und ein Messingstab von je *4 Fuss* Länge hingen an einem Eisenstück, mit dem sie fest verschraubt waren; das untere Ende der Messingstange trug einen *3 Fuss* langen Zeiger, der durch die Eisenstange frei hindurchging und die Bewegung des Messingstabes auf einer Scale sichtbar machte. In neuester Zeit construirt Oechsle in Stuttgart Metallthermometer, die aus einem System von Eisen- und Messingröhren bestehen.

Die weiteste Verbreitung haben die Metallthermometer gefunden, bei denen als Maass der Temperaturbewegung die Krümmung zweier aufeinander gelötheter dünner Lamellen von Metallen verschiedener Ausdehnung benutzt wird. — Zu Ende des vorigen und Anfangs dieses Jahrhunderts waren die Taschenthermometer sehr in Aufnahme, welche in ihrer äusseren Form einer Uhr ähnlich, im Innern eine Lamelle von Stahl und Zink, oder Stahl und Messing, oder Kupfer und Stahl u. s. w. hatten, deren mit der Temperatur wechselnde Krümmung mittels eines ungleicharmigen Hebels auf den Zeiger übertragen wurde; letzterer gab wie ein gewöhnlicher Uhrzeiger auf dem Zifferblatte, das eine nach einem Quecksilberthermometer graduirte Theilung trug, die Temperatur an. — Als sehr empfindlich gelten die Breguet'schen Thermometer, bei denen die Lamelle aus Platin-Gold-Silber besteht und schraubenförmig über einem dünnen Cylinder aufgerollt ist; das obere Ende ist fest, während das untere freie einen leichten Zeiger trägt, der auf der Scale spielt und durch das Zu- und Aufrollen der Lamelle die Temperatur derselben anzeigt. — Als Demonstrations-Instrument benutzt Prof. Beetz in München ein aus einer Platin-Silber-Lamelle bestehendes Thermometer; das äussere Ende derselben ist fest, während das innere ein leichtes Stäbchen trägt, dessen Bewegung durch Zahnradübersetzung auf zwei Zeiger übertragen wird, die sich auf einer Scale bewegen. — Hier wäre auch noch das Michelson'sche Thermometer zu erwähnen, obwohl nicht beide Componenten desselben Metalle sind; seine Lamelle ist aus Hartgummi und Kupfer zusammengesetzt; das freie Ende derselben trägt einen rechtwinklig gebogenen Glasfaden, dessen Spitze gegen einen an einem Coconfaden aufgehängten Spiegel drückt; die Drehung des Spiegels wird mittels Fernrohrs auf einer Scale abgelesen und hieraus die Temperatur ermittelt. Seine Empfindlichkeit und präcises Functioniren wird von mancher Seite gerühmt, doch hat es sich nach den von Dr. Maurer angestellten maassgebenden Versuchen als unbrauchbar erwiesen. — Die aus Lamellen construirten Metallthermometer sind die einzigen, welche als Maximum- und Minimum-Thermometer oder als Thermographen auf meteorologischen Stationen (in der Schweiz und in Russland) Verwendung gefunden haben; als die bekanntesten sind zu nennen das Maximum- und Minimum-Thermometer von Herrmann & Pfister, die Metall-Thermographen von Hottinger, Wild-Hasler u. A.

Die Metallthermometer haben sich in der Meteorologie wenig Geltung zu verschaffen vermocht; dies ist auf ihre geringe Zuverlässigkeit zurückzuführen. Die Metallthermometer ändern ihre Constanten fortwährend und ihre Angaben haben eigentlich nur Giltigkeit, wenn sie fortwährend mit dem Quecksilberthermometer verglichen werden. Diese Unzuverlässigkeit der Metallthermometer ist namentlich durch Dr. Maurer in Zürich, welcher hierzu durch die thermo-elektrischen Versuche des Vortragenden an dem Metallthermometer des Brunner'schen Basisapparates angeregt worden war, experimentell festgestellt worden. Der Vortragende entwickelt dies Verhalten der Metallthermometer in weiterer Auseinandersetzung, bezüglich deren wir auf das Referat über die Arbeiten des Vortragenden, sowie auf die Abhandlung des Herrn Dr. Maurer (diese Zeitschr. 1882 S. 376 bezw. 1883 S. 308) verweisen.

Herr Dr. G. Hellmann macht dann noch einen Vorschlag, im Westen von Berlin ein kleines Terrain mit einer grösseren Anzahl von Regenmessern zu besetzen, um die Frage zur Entscheidung zu bringen, wie viel Regenmesser auf einem bestimmten

Terrain aufgestellt werden müssen, damit man sichere Aufschlüsse über die Regenverhältnisse dieses Gebietes erwarten kann. Herr Hellmann will hierzu die Mittel der Gesellschaft und die thätige Beihilfe der Mitglieder in Anspruch nehmen. Die Gesellschaft erklärt sich mit ersterem einverstanden; es bieten auch sofort einige Mitglieder ihre Dienste als freiwillige Beobachter an. Falls die Mittel ausreichten, wäre es gewiss wünschenswerth, die einzelnen Stationen mit Regenmessern verschiedener Construction zu besetzen.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Galvanisches Element. Von J. A. Lighthipe in Berlin. No. 30086 vom 29. Mai 1884.

Dieses Element besteht aus einem Gefäss aus Glas, Eisenblech oder aussen emaillirtem Gusseisen, welches in seinem Innern einen Hohlcylinder aus Eisendrahtgewebe oder gelochtem Eisenblech aufnimmt. In diesen Hohlcylinder wird der von der Innenwand durch Gummiringe isolirte Zinkkolben gesetzt, während in den zwischen dem Hohlcylinder und der Gefässwand verbleibenden Raum Eisenspäne eingefüllt werden. Das Gefäss wird sodann mit einer gesättigten Lösung von kaustischem Natron in Wasser angefüllt.

Neuerungen an Telephonen. Von Th. F. Taylor in New-York, V. St. A. No. 30051 vom 5. Februar 1884.



Den tonerzeugenden Theil bei diesem Telephonempfänger bildet nicht eine durch einen Magneten in Bewegung gesetzte metallische Membran, sondern die Töne werden dadurch erzeugt, dass einzelne Theile desselben Leitungsdrahtes d^1 c^1 d^3 c^2 d^2, welche zu diesem Zwecke in geraden oder spiralförmigen Lagen einander parallel gegenübergestellt sind, sich mit veränderlicher Kraft gegenseitig anziehen oder abstossen und dadurch in Schwingungen gerathen, wenn ein in seiner Stärke variirender elektrischer Strom durch diesen Draht hindurchfliesst.

Neuerungen an Mikrophonen. Von E. G. Pocock und J. S. Muir in London. No. 30048 vom 12. September 1883.

Das Mikrophon, bei welchem die übliche Membran nicht zur Anwendung kommt, besteht aus einem Metallrahmen *A* mit quer durch denselben straff gespannten Drähten *B* aus einem Material, das keine Inductionswirkungen hervorruft. An der auf der einen Seite dieser Drähte liegenden Scheibe *C* aus Kork, Holz, Vulcanit u. s. w. sind Platindrähte (oder Streifen) *D* befestigt, die übrigens auch an die Drähte *B* angeschlossen werden können. Auf der anderen Seite der Drähte *B* ist ein Ring *E* aus Isolirmasse, am besten aus Kautschuk und ungefähr von dem Durchmesser der Scheibe *C*, befestigt.

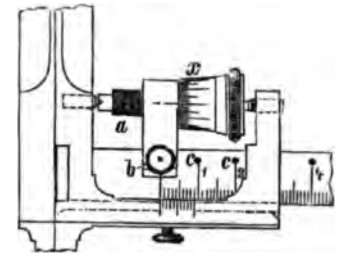
Auf diesem Ring *E* liegt eine dünne Scheibe *F* aus Gascoke, und die auf diese Weise von den Scheiben *C* und *F* gebildete Kammer wird mit körniger Kohle ausgefüllt. Die Scheiben *C* und *F* und der Ring *E* sind fest und luftdicht schliessend verbunden.

Mit dem Ring *A* und ebenso mit den Platindrähten oder Streifen wird der eine Poldraht einer Batterie verbunden, während der andere Poldraht an einem an der Scheibe *F* befestigten Draht angeschlossen wird.

Das dem Mundstück direct gegenüber angebrachte Mikrophon wird nun beim Sprechen von den Schallwellen getroffen, die sich auf die Kork- oder Kohlenscheibe direct übertragen, so dass beide gemeinschaftlich an den Drähten *B* und *D* schwingen und Aenderungen in den Widerständen zwischen der Kohle oder den Platindrähten (oder Streifen) erzeugen, wodurch ein schallübertragendes Diaphragma entbehrlich wird.

Verfahren zum Härten von Harzen aller Art. Von C. Zimmer in Sachsenhausen-Frankfurt a. M. No. 30000 vom 5. März 1884.

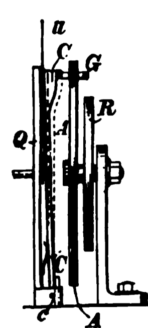
Die Harze werden in flüssigem Zustand mit Kalk behandelt Dadurch werden gewisse Säuren beseitigt, und die Erweichung der Harze tritt bei höherer Temperatur ein. Man kann auch die trocknen Harze in Pulverform mit Kalk mengen und in diesem Gemenge erst vor dem Gebrauch durch Erhitzen oder Lösen die chemische Einwirkung des Kalkes eintreten lassen.



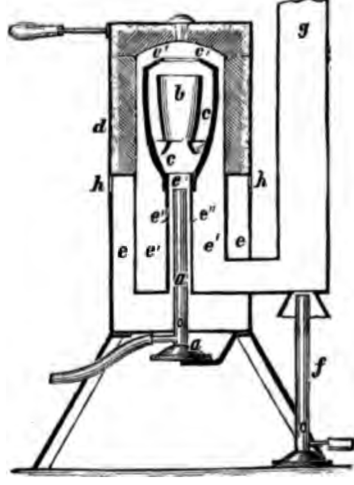
Schublehre. Von B. Fischer in Dresden. No. 29834 vom 29. Juli 1884.

Die Schublehre wird mittels der Schraube *a* und der eingetheilten Hülse *x* (zur Messung von Hunderteln eines Millimeters) eingestellt, wenn zuvor die Mutter der Schraube *a* durch die Stellschraube *b* in den Punkten *c c c* arretirt worden ist.

Addirapparat für Indicatormessapparate. Von M. Deprez in Paris. No 29707 vom 13. Jan. 1884.



Zur Summirung der Nadelausschläge empfindlicher Messinstrumente z. B. eines Galvanometers wird die frei schwingende Nadel oder der Zeiger *a* in bestimmten Zeitintervallen mittels einer an dem gleichförmig bewegten Rad *A* gelagerten Rolle *G* in ihrer Ausschlagstellung zwischen einer festen Scheibe *Q* und einem um *c* schwingenden Rahmen *C C* festgeklemmt. Der festgeklemmte Zeiger *a* bildet nunmehr einen Anschlag, durch welchen eine am Rade *A* sitzende Sperrklinke in Eingriff mit dem Sperrrade *R* gebracht und letzteres dadurch um einen Winkel gedreht wird, der gleich ist dem Ausschlage bezw. der Abweichung des Zeigers *a* aus seiner Normalstellung. Ein am Gestell befestigter Anschlag bringt die Klinke wieder ausser Eingriff. Die Patentschrift beschreibt auch eine Ausführungsform für Dynamometer.



Ofen zur Erzielung hoher Temperaturen für Laboratoriumszwecke. Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt vorm. Roessler in Frankfurt a. M. No. 30208 vom 17. Juni 1884.

Die kalte Luft tritt bei *h* ein, erwärmt sich in dem äusseren Canal *e* durch die durch den mittleren Canal *e'* abziehenden Verbrennungsgase, tritt in den Bunsenschen Brenner *a* und, so viel als zur vollkommenen Verbrennung nothwendig, auch noch um denselben herum durch den inneren Canal *e''* und mit dem Gasgemisch durch den Brenner gemeinsam in den Mantel *c* unter den Tiegel *b*, woselbst die Verbrennung stattfindet.

Die Verbrennungsgase treten durch das durchlochte Deckelchen *c'* aus dem inneren Mantel *c* und umspülen denselben ganz, indem sie zwischen ihm und dem äusseren Mantel hinabsteigen. Sie treten alsdann in den Vorwärmeapparat *e'*, wo sie einen Theil ihrer Wärme durch die innere Wand des Luftcanals an die bei *h* eintretende frische Luft und durch die äussere Wand des inneren Cylinders *e''* an das Gasgemenge abgeben und entweichen schliesslich durch den Schornstein *g*. Der Brenner *f* saugt die zur vollständigen Verbrennung nothwendige Luft in den Apparat.

Verfahren zur Erzeugung von Elektricität. Von J. L. Huber in Hamburg. No 30116 v. 30. Mai 1884.

Das Verfahren, Elektricität zu erzeugen und aufzuspeichern, besteht darin, dass man überhitzten d. h. trockenen, die Elektricität nicht leitenden Wasserdampf oder andere heisse

die Elektricität nicht leitende Dämpfe oder Gase in das Innere von leitenden oder mit leitenden Einrichtungen im Innern versehene, nach aussen aber isolirte Behälter einführt und gleichzeitig Wasser in feinen Strahlen einspritzt, welches sich bei der Berührung mit dem überhitzten Dampf sofort ebenfalls in Dampf verwandelt. Durch die gegenseitige Reibung der Molecüle wird Elektricität erzeugt, welche sich an den Rohrwandungen ansammelt.

Erregungsflüssigkeit für Elemente. Von G. Ch. V. Holmes, St H. Emmens und F. E. Burke in London. No. 29898 vom 21. Februar 1884.

Die Flüssigkeit ist für die Kohlenzelle eines Zink-Kohle-Elementes bestimmt und besteht aus einem salpetersauren Salz und Schwefelsäure, und zwar sind beide Körper in äquivalentem Verhältniss gemischt, so dass immer nur so viel Salpetersäure frei wird, als zur Oxydation des von der Zinkzelle stammenden Wasserstoffs nöthig ist. Dadurch wird das schädliche Durchsickern freier Salpetersäure zur Zinkzelle vermieden.

Gussform aus Glimmer. Von R. W. Traylor in Richmond, County of Henrico, Va., V. St. A No. 30681 vom 9. Sept. 1884.

Durch geeignete Compression können die freien Kanten der zur Herstellung der Gussform benutzten Glimmerblätter so glatt gemacht werden, dass die Oberfläche des in dieser Form hergestellten Gussstückes vollkommen sauber ausfällt, und ein Nacharbeiten unnöthig ist (P. B. 1885. No. 14.)

Verfahren zur Herstellung einer Stahlcomposition. Von A. Bauer in Giesing bei München. No. 30778 vom 20. August 1884.

60 Theile Stahlspähne, 22,5 Theile Kupfer, 20 Theile Quecksilber, 15 Theile Zinn, 7,5 Theile Blei und 15 Theile Zink werden nach und nach in 860 Theile Salpetersäure eingetragen und aufgelöst. Der rothbraune Brei, welcher entsteht, wird getrocknet und dann mit dem zwanzigfachen Gewicht von Zink zusammengeschmolzen, worauf die Masse in Barren gegossen wird. Nach dem Erkalten wird die Legirung nochmals mit einem entsprechenden Zusatz von Zinn und Antimon, je nachdem dieselbe weicher oder härter werden soll, geschmolzen (1885. No. 14.)

Zirkel für Hohl- und Dickenmessung. Von C. Mahr in Esslingen a. N. No. 30700 v. 12. Juni 84.

Die zur Verstellung der Zirkel-Schenkel angewendete Schraubenstellung ist auf der einen, die zur Ablesung der gemessenen Dimension benutzte Scale mit gleichmässiger Theilung und Nonius, welche durch einen Lenker geführt wird, auf der anderen Seite des Zirkelcharniers angeordnet. (1885. No. 14.)

Geschwindigkeitsmesser. Von R. Latowski in Posen. No. 30840 vom 18. Juni 1884.

Dieser Geschwindigkeitsmesser besteht aus einem um seine verticale Axe rotirenden Glasgefäss mit eingesetzten, oben durch eine Parabel begrenzten Fächern oder Flügeln und einer Scale, an der die Oberkante der im Glasgefäss befindlichen Flüssigkeit markirt wird. Ein Schwimmer, der im Centrum der Flügel geführt wird, und dessen Stange mit einer Scale versehen ist, dient zur Controle. (1885. No. 14.)

Zweizelliges galvanisches Element. Von A. Dun in Frankfurt a. M. No. 31064 v. 19. Juli 1884.

Die eine Zelle enthält Kohle und concentrirtes oder sehr wenig verdünntes Königswasser und die andere Eisen und auf 1 : 20 bis 1 : 10 verdünntes Königswasser. Bei Neubeschickung dieses Elementes, welches 20 Stunden constant bleiben soll, ist nur für die Kohlenzelle neue Erregungsflüssigkeit erforderlich, während für die Eisenzelle die aus der Kohlenzelle entnommene Flüssigkeit nach entsprechender Verdünnung benutzt wird. (1885. No. 15.)

Neuerung an Barometerscalen. Von R. Glass und M. Schellhammer in Glauchau. No. 30846 vom 5. August 1884.

Um bei Ablesungen die Höhe des Beobachtungsortes über dem Meeresspiegel berücksichtigen und zugleich die richtige Einstellung der Witterungsscale bewirken zu können, ist letztere gegen die Haupt- oder Millimeterscale beweglich angeordnet. (1885. No. 15.)

Für die Werkstatt.

Löthen von Gusseisen. The Engineer. *58.* S. 295.

Das Löthen auf Gusseisen weicht nur wenig ab vom Löthen auf bereits verzinnten Oberflächen. Ist es weisses Eisen oder Eisen, welches beim Guss abgekühlt worden ist — Eisen, welches nicht zu feilen ist — so befreie man die Oberfläche von Unreinigkeiten durch Abschaben oder Abreiben und Waschen in Kaliwasser. Sodann tauche man das Eisen auf einen Augenblick in klares Wasser und wasche es schnell mit Salzsäure, wie diese im Handel gewöhnlich vorkommt. Hierauf überstreiche man es sofort mit pulverisirtem Kolophonium und löthe mit dem Löthkolben, bevor die Oberfläche Zeit hat zu trocknen.

Ein anderes und mehr für weiches, graues Gusseisen geeignetes Verfahren besteht darin, dass man die Oberfläche abfeilt und wie oben abwäscht, hierauf mit einer gesättigten Lösung von Zink in Salzsäure, die mit einer ihr gleichen Wassermenge verdünnt ist, überstreicht. Hierauf sprenge man gepulverten Salmiak auf und erwärme es über einem Holzkohlen- oder Kohlenfeuer, bis der Salmiak raucht. Sodann taucht man es in geschmolzenes Zinn und streicht nach dem Entfernen das überflüssige Zinn ab. *Wr.*

Aluminium-Loth. Compt. Rend. *98.* S. 1490.

Einer allgemeinen Anwendung des Aluminiums stand unter anderem der Umstand entgegen, dass es unmöglich war, dasselbe mit sich selbst oder anderen Metallen zu löthen. Das von Bourbouze angewendete Löthverfahren besteht darin, dass man die zu verbindenden Theile verzinnt, wozu man jedoch nicht reines Zinn, sondern eine Mischung von Zinn und Zink oder besser Zinn, Wismuth und Aluminium anwendet; vorzuziehen ist eine Mischung von Zinn und Aluminium; das Verhältniss, in welchem man diese Metalle mit einander mischt, hängt davon ab, ob das gelöthete Stück weiter bearbeitet werden soll oder nicht. Im ersteren Falle ist das günstigste Verhältniss 45 Theile Zinn und 10 Theile Aluminium; die hiermit gelötheten Stücke kann man dann bohren und drehen. Sollen die zusammengelötheten Stücke keine weitere Bearbeitung erfahren, so genügt eine Mischung von Zinn mit weniger Aluminium. Das Löthen geschieht dann mittels des Eisenlöthkolbens, besser aber in einer Flamme. Die zu verbindenden Stücke bedürfen keiner besonderen Vorbereitung.

Wenn es sich darum handelt, gewisse Metalle mit Aluminium zu löthen, ist es gut, die Löthstelle des Metalls mit reinem Zinn, die des Aluminiums dagegen mit obiger Mischung zu verzinnen und dann in der gewöhnlichen Weise beide Theile zusammen zu löthen. *Wr.*

Bearbeitung von Harteisen. Scientific American. *51.* S. 276.

Hat man Gussstücke von solcher Härte zu bearbeiten, dass sie von Feile und Bohrer kaum angegriffen werden, so empfiehlt sich die Anwendung von Terpentinspiritus, womit Bohrer und Feile beständig angefeuchtet werden. Man thut dann gut, die Geschwindigkeit des Bohrers im Vergleich zu derjenigen, welche man ihm beim Bohren von weichem grauem Eisen geben würde, etwas zu vermindern. Die Erfahrung hat ferner gezeigt, dass Terpentinspiritus, welcher durch Aussetzen an der Luft verdunstet und oxydirt ist, bis er eine mehr zähe Consistenz angenommen hat, sich zu diesem Zwecke besser eignet, als der klare durchsichtige Spiritus. *Wr.*

Berichtigungen.

In der kleinen Mittheilung „Der Nivellirstab" im Decemberheft vorigen Jahres S. 419 Z. 17 v. o. ist statt: „0,8 cm" zu lesen: „0,8 m".

Im vorigen Heft S. 121 Z. 19. v. o. lies: „Begrenzung" statt: „Bewegung".

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **Juni 1885.** Sechstes Heft.

Ueber Spectral-Apparate mit automatischer Einstellung.

Von

Dr. **H. Krüss** in Hamburg.

Bei der Benutzung eines Prismas zur Erzeugung des Spectrums wird das Prisma stets so aufgestellt, dass die dasselbe durchsetzenden Strahlen das Minimum der Ablenkung erfahren. Solches ist bekanntlich der Fall, wenn der Einfallswinkel der Strahlen gleich ihrem Austrittswinkel ist. Diese Aufstellung des Prismas ist eine vor allen anderen bevorzugte; Helmholtz[1]) zeigte, dass nur in diesem Falle homocentrisch auf das Prisma fallende Strahlen homocentrisch bleiben. Das Bild eines Lichtpunktes kann aber nur unter der Bedingung deutlich sein, dass das gebrochene Strahlenbündel homocentrisch ist. In der Stellung des Prismas im Minimum der Ablenkung ist die Vergrösserung durch dasselbe gleich der Einheit, d. h. die scheinbare Grösse des Spaltes, durch welchen das Licht auf das Prisma fällt, ist gleich derjenigen seines Bildes. Ferner fällt nur in dieser Stellung der Vereinigungspunkt von horizontalen und verticalen Linien zusammen, nur in diesem Falle erscheinen also bei Anwendung eines Fernrohres zur Beobachtung des Spectrums oder bei Projicirung desselben auf eine Ebene die Spectrallinien und die horizontale obere und untere Begrenzung des Spectrums bei derselben Einstellung gleich scharf. Helmholtz bewies dieses letztere nur für den Fall, dass die Strahlen senkrecht zur brechenden Kante das Prisma durchsetzen, während Zech[2]) dasselbe allgemeiner nachwies.

In den gewöhnlichen Spectral-Apparaten, welche nur ein einziges Prisma besitzen, befindet sich letzteres meistens in fester Stellung zur Richtung der auffallenden Strahlen, zur Axe des Collimatorrohres. Da das Prisma aber in diesem Falle nicht für Strahlen jeglicher Brechbarkeit im Minimum der Ablenkung stehen kann, so stellt man es in das Minimum der Ablenkung für den hellsten Theil des Spectrums, welcher der Gegend zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und E entspricht.

Wird mehr als ein Prisma angewendet, so kommen zu den oben bereits angeführten Gründen noch einige andere wichtige hinzu, welche unbedingt fordern, die Prismen im Minimum der Ablenkung aufzustellen und zwar nicht nur für den hellsten Theil des Spectrums, sondern für jeglichen Strahl, der beobachtet werden soll. Diese Gründe ergeben sich, wenn man den Weg der Strahlen durch eine Reihe von Prismen näher verfolgt, unter besonderer Berücksichtigung der Helligkeitsverhältnisse in den austretenden Strahlenbüscheln.

In dem ersten Theile der nachfolgenden Zeilen sollen die hierbei in Betracht kommenden Verhältnisse untersucht und aus ihnen die Nothwendigkeit der Einstellung

[1]) Physiol. Optik S. 249 ff.

[2]) Zeitschr. f. Math. u. Phys. *24*. 1879. S. 168.

Um eine derartige Rechnung an einem bestimmten Beispiele ausführen zu können, wurden sechs Prismen angenommen, deren brechende Winkel $\alpha_1 \ldots \alpha_6$ alle gleich 60° sind. Als Glasart wurde ein für Prismen zu Spectral-Apparaten häufig angewandtes schweres Flintglas angenommen, nämlich *Chance extra dense Flint*, für welches nach Hopkinson[1]) das specifische Gewicht gleich 3,88947 ist und die Brechungsindices folgende sind:

$A = 1{,}639143$	$b = 1{,}659108$
$B = 1{,}642894$	$F = 1{,}664246$
$C = 1{,}644871$	$G = 1{,}677020$
$D = 1{,}650374$	$h = 1{,}683575$
$E = 1{,}657631$	$H_1 = 1{,}688590$

Das Spectrum wurde in zehn gleiche Theile eingetheilt, derart dass für den Fall, dass jeder Strahl das Minimum der Ablenkung erleidet, nach der Brechung durch das erste Prisma jeder Bezirk 15 Bogenminuten gross wurde. Die Brechungsindices für die 11 Strahlen, welche diese 10 Bezirke einschliessen, sind:

I.	1,6404	. . . *A* 34 *B*	VII.	1,6698	. . . *F* 43 *G*
II.	1,6424	. . . *C* 11 *D*	VIII.	1,6746	. . . *F* 81 *G*
III.	1,6504	. . . *D*	IX.	1,6794	. . . *G* 20 H_1
IV.	1,6553	. . . *D* 67 *E*	X.	1,6841	. . . *G* 69 H_1
V.	1,6602	. . . *E* 38 *F*	XI.	1,6888	. . . H_1
VI.	1,6650	. . . *F* 6 *G*			

Diese Strahlen entsprechen den beigeschriebenen Stellen des Spectrums; die Bezeichnung desselben ist in der üblichen Weise gewählt, so dass z. B. *A* 34 *B* eine Stelle bedeutet, die um 0,34 des Raumes zwischen den Fraunhofer'schen Linien *A* und *B* von der Linie *A* entfernt ist.

Mit diesen Brechungsindices wurde die Reihe der sechs Prismen in zweifacher Weise durchgerechnet, das eine Mal unter der Annahme, dass die Prismen fest zu einander aufgestellt seien und zwar so, dass der Strahl III (*D*) unter dem Minimum der Ablenkung durch alle Prismen gehe, das zweite Mal unter der Annahme, dass jeder einzelne Strahl die ganze Prismenkette unter dem Minimum der Ablenkung durchlaufe; zu diesem Zwecke mussten also bei dem Uebergange von einem Strahl zum nächsten die Winkel der Prismen unter einander ($\beta_1 \ldots \beta_6$) geändert werden.

Als Resultat dieser Rechnung ergaben sich für jeden der 10 Bezirke des Spectrums die Werthe von z und (z) nach dem Durchgange von 1 bis 6 Prismen. In nachfolgender Tabelle finden sich die Verhältnisse der Zerstreuungen $V = \frac{z}{(z)}$, zusammengestellt.

V nach dem Durchgange durch	1	2	3	4	5	6 Prismen
Bezirk I—II	0,99	0,93	0,91	0,83	0,72	0,64
„ II—III	0,99	0,95	0,91	0,87	0,82	0,78
„ III—IV	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
„ IV—V	1,01	1,03	1,07	1,14	1,24	1,42
„ V—VI	1,01	1,06	1,16	1,33	1,67	2,47
„ VI—VII	1,01	1,07	1,24	1,57	2,53	–
„ VII—VIII	1,03	1,13	1,44	2,11	—	—
„ VIII—IX	1,04	1,18	1,58	3,15	—	—
„ IX—X	1,04	1,24	1,81	—	—	—
„ X—XI	1,05	1,29	2,16	—	—	—
Ganzes Spectrum I—XI	1,02	1,23	1,31	(1,28)	(1,46)	(1,45)

[1]) Proc. of the Roy. Soc. **26**. 1877. S. 290.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass bei Benutzung von nur einem Prisma die Zerstreuung für alle Strahlen und für das ganze Spectrum nahe dieselbe ist, ob man nun das Prisma fest aufstellt in das Minimum der Ablenkung für denjenigen Strahl, welcher der Linie D entspricht, oder ob man es für jeden durchgehenden Strahl in das Minimum der Ablenkung bringt.

Aber schon bei Anwendung von zwei Prismen wird die Zerstreuung nach der brechbareren Seite des Spectrums hin bedeutend grösser bei fester Aufstellung des Prismas und dieses Verhältniss steigert sich rapid bei Benutzung einer noch grösseren Anzahl von Prismen. Bei dem vierten Prisma treten, wenn die Prismen in der angegebenen Art fest zu einander aufgestellt sind, bei der angenommenen Glasart die Strahlen X und XI gar nicht mehr an der letzten Fläche aus, da sie dieselbe unter einem grösseren Winkel als dem Grenzwinkel treffen und in Folge dessen total reflectirt werden; bei dem sechsten Prisma findet solches bereits bei dem Strahl VII statt, so dass das Spectrum etwa in der Mitte zwischen den Fraunhofer'schen Linien F und G aufhören würde.

Wenn schon der letzt angeführte Umstand dazu führen muss, eine grössere Anzahl von Prismen im Minimum der Ablenkung für jeden zu beobachtenden Strahl aufzustellen, wenn man das Spectrum in seiner ganzen Ausdehnung beobachten will, so wird die Nothwendigkeit hierzu noch dringender, wenn man die Helligkeitsverhältnisse im Spectrum näher in's Auge fasst.

Die Helligkeit in den einzelnen Spectralbezirken ist abhängig erstens von der Zerstreuung und die reciproken Werthe der vorstehenden Tabelle würden ein Bild des Verhältnisses der Helligkeiten in den einzelnen Bezirken des Spectrums geben. Die Helligkeit wird ferner beeinflusst durch den Lichtverlust durch Reflexion beim Uebergange des Lichtstrahles von einem Medium in ein anderes, also an jeder einzelnen Prismenfläche; ausserdem durch die Absorption des Lichtes im Inneren der Glasprismen und endlich ist die Helligkeit in den einzelnen Spectralbezirken natürlich abhängig von der ursprünglichen Intensität, welche die auf das Prismensystem fallenden Strahlen in diesen Bezirken besitzen.

Was den Lichtverlust durch Reflexion an den einzelnen Flächen anbetrifft so ist derselbe, da das Licht bei der Reflexion polarisirt wird, nach den Fresnel'schen Intensitätsformeln zu berechnen.

Es sei $J_0 = 1$ die Intensität des nicht polarisirten Lichtstrahles vor der Brechung an der ersten Fläche des ersten Prismas, dann sind die Intensitäten i_{0p} und i_{0s} der in der Einfallsebene und der darauf senkrecht polarisirten Strahlen einander gleich:

$$J_0 = i_{0p} + i_{0s} = 1,$$
$$i_{0p} = i_{0s} = 0{,}5.$$

Desgleichen sei J_1 die Gesammtintensität des Strahles nach der Brechung an der ersten Fläche, i_{1p} und i_{1s} die Intensitäten parallel und senkrecht zur Einfallsebene, Die analoge Bedeutung sollen $J_2, J_3 \ldots, i_2, i_3 \ldots$ haben.

Dann ist

$$\left.\begin{aligned} i_{1p} &= i_{0p}\left\{1 - \frac{\operatorname{tg}^2(\varphi_1 - \psi_1)}{\operatorname{tg}^2(\varphi_1 + \psi_1)}\right\} \\ i_{1s} &= i_{0s}\left\{1 - \frac{\sin^2(\varphi_1 - \psi_1)}{\sin^2(\varphi_1 + \psi_1)}\right\} \end{aligned}\right\} J_1 = i_{1p} + i_{1s}$$

$$\left.\begin{aligned} i_{2p} &= i_{1p}\left\{1 - \frac{\operatorname{tg}^2(\varphi_2 - \psi_2)}{\operatorname{tg}^2(\varphi_2 + \psi_2)}\right\} \\ i_{2s} &= i_{1s}\left\{1 - \frac{\sin^2(\varphi_2 - \psi_2)}{\sin^2(\varphi_2 + \psi_2)}\right\} \end{aligned}\right\} J_2 = i_{2p} + i_{2s}$$

u. s. w.

Nach diesen Formeln wurde die Intensität der gebrochenen Strahlen I, III und XI bei dem Durchgange durch drei Prismen berechnet (durch das vierte Prisma geht der Strahl XI überhaupt nicht mehr hindurch), und zwar wieder für die beiden Fälle, dass die Prismen fest zu einander aufgestellt sind, so dass der der Linie *D* entsprechende Strahl im Minimum der Ablenkung hindurchgeht, und dass jeder Strahl die Prismen im Minimum der Ablenkung durchsetzt.

Die Resultate dieser Rechnung sind folgende:

1) *D* im Minimum:

	Strahl I.			Strahl III (*D*).			Strahl XI.		
n	i_{np}	i_{ns}	J_n	i_{np}	i_{ns}	J_n	i_{np}	i_{ns}	J_n
0	0,500	0,500	1,000	0,500	0,500	1,000	0,500	0,500	1,000
1	0,499	0,408	0,907	0,499	0,406	0,905	0,499	0,400	0,899
2	0,498	0,335	0,833	0,499	0,330	0,829	0,499	0,306	0,805
3	0,498	0,270	0,768	0,498	0,268	0,766	0,496	0,254	0,750
4	0,496	0,223	0,719	0,498	0,217	0,715	0,495	0,180	0,675
5	0,496	0,179	0,675	0,498	0,176	0,674	0,485	0,154	0,639
6	0,494	0,149	0,643	0,497	0,143	0,640	0,452	0,087	0,539

2) Jeder Strahl im Minimum:

	Strahl I.			Strahl III (*D*).			Strahl XI.		
n	i_{np}	i_{ns}	J_n	i_{np}	i_{ns}	J_n	i_{np}	i_{ns}	J_n
0	0,500	0,500	1,000	0.500	0,500	1,000	0,500	0,500	1,000
1	0,499	0,409	0,908	0,499	0,406	0,905	0,500	0,397	0,897
2	0,498	0,335	0,833	0,499	0,330	0,829	0,499	0,307	0,806
3	0,497	0,275	0,772	0,498	0.268	0,766	0,498	0,248	0,746
4	0,496	0,225	0,721	0,498	0,217	0,715	0,498	0,199	0,697
5	0,495	0,184	0,679	0,498	0,176	0,674	0,498	0,149	0,647
6	0,495	0,151	0,645	0,497	0,143	0,640	0,497	0,117	0,614

Es zeigt sich hier, dass der Lichtverlust durch Reflexion nicht proportional der Flächenzahl ist, da das Licht allmälig immer vollständiger polarisirt und immer weniger reflectirt wird, wie solches bereits früher von Pickering[1]) nachgewiesen wurde[2]).

Das Verhältniss der Helligkeiten $\frac{(J)}{J}$, wo die Klammer ( ) wieder den Fall bedeuten soll, dass jeder Strahl im Minimum der Ablenkung durch die Prismen geht, ist demgemäss:

Nach dem Durchgange durch	1	2	3 Prismen
Für Strahl I	1,00	1,00	1,00
„ „ III (*D*)	1,00	1,00	1,00
„ „ XI	1,00	1,03	1,14

[1]) Philos. Mag. (4) *36*. 1868. S. 39.

[2]) Lippichs Annahme (Centralztg. f. Opt. u. Mech. *2*. 1881. S. 61), dass in jedem Prisma der gleiche Reflexionsverlust stattfinde, ist also nicht gerechtfertigt; damit ändern sich auch etwas die daraus gezogenen Folgerungen.

woraus hervorgeht, dass je grösser die Anzahl der Prismen wird, die Helligkeit der stärker brechbaren Strahlen für den Fall der festc Aufstellung der Prismen um so mehr hinter ihrer Helligkeit für den Fall der Aufstellung im Minimum für jeden Strahl zurückbleibt.

Wenn man den Lichtverlust durch Absorption in den Glasmassen berechnen will, so hat man zuerst die Länge des Weges der verschiedenen Strahlen in den Prismen zu betrachten. Zu diesem Zwecke hat man sich dann auch mit der Grösse zu beschäftigen, welche den Prismen gegeben werden muss, um die Strahlenbüschel vollständig hindurch zu lassen.

Es ist von vornherein klar, dass z. B. bei fester Aufstellung eines Prismas in das Minimum der Ablenkung für einen Strahl mittlerer Brechbarkeit die zweite Fläche des Prismas eine grössere Oeffnung haben muss, als die erste, um das volle Lichtbüschel der aus dem Collimator austretenden stärker brechbaren Strahlen aufzunehmen, da diese nicht parallel der Basis das Prisma durchsetzen. Aus einem ähnlichen Grunde muss wegen der schwächer brechbaren Strahlen die erste Fläche des zweiten Prismas grösser sein als die zweite Fläche des ersten Prismas.

Wenn also die Prismen im Minimum der Ablenkung für den Strahl III (*D*) aufgestellt sind, so muss in Folge der Bedingung, dass die Strahlenbüschel jeglicher Brechbarkeit von einem Ende des Spectrums bis zum anderen durch die ganze Prismenkette mit voller Oeffnung hindurchgehen sollen, eine Vergrösserung der Seiten der Prismen von Fläche zu Fläche stattfinden.

Für die Brechungsverhältnisse und Prismenwinkel, welche bisher allen Beispielen zu Grunde gelegt sind, ergaben sich folgende nothwendige Grössen der Prismenflächen p, wobei der günstigste Fall angenommen ist, dass die Prismen mit den Kanten der Grundflächen zusammenstossen:

1. Prisma.	2. Prisma.	3. Prisma
$p_1 = 1{,}000$	$p_3 = 1{,}069$	$p_5 = 1{,}238$
$p_2 = 1{,}016$	$p_4 = 1{,}121$	$p_6 = 1{,}358$

Werden alle Prismen von jedem Strahl im Minimum der Ablenkung durchlaufen, so können alle Flächen gleich gross werden. Da aber die stärker brechbaren Strahlen unter einem grösseren Winkel auf die erste Prismenfläche treffen als die mittleren, so muss, damit die Seiten auch für die volle Oeffnung der am stärksten brechbaren Strahlen gross genug seien, ihre Grösse in dem Verhältniss $\frac{\cos \varphi_{1\,\mathrm{III}}}{\cos \varphi_{1\,\mathrm{XI}}}$ grösser sein, als für den Strahl III (*D*) genügend wäre.

In Folge dessen wird

$$p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = p_6 = 1{,}047.$$

Es zeigt sich also, dass die Prismen bei der festen Aufstellung im Minimum der Ablenkung für einen Strahl mittlerer Brechbarkeit grösser sein müssen, als wenn sie für jeden Strahl in das Minimum der Ablenkung gestellt werden, und zwar muss das dritte Prisma bereits um etwa $^1/_3$ grösser sein.

Die Längen k der von den Lichtstrahlen in den Prismen durchlaufenen Wege ergeben sich nun für den Axenstrahl des aus dem Collimator tretenden Lichtbüschels:

1) Feste Aufstellung der Prismen im Minimum für den Strahl III (*D*)

	1. Prisma k_1	2. Prisma k_3	3. Prisma k_5	1. bis 3. Prisma $k_1 + k_3 + k_5$
Für Strahl I	0,499	0,521	0,594	1,614
„ „ III (*D*)	0,500	0,533	0,670	1,723
„ „ XI	0,504	0,674	1,020	2,198

2) Aufstellung der Prismen für jeden Strahl im Minimum der Ablenkung:

	k_1	k_3	k_5	$k_1 + k_3 + k_5$
Für Strahl I bis XI	0,523	0,523	0,523	1,569

Die Länge des Weges, auf welchem die Lichtstrahlen der Absorption durch die Glasmassen ausgesetzt sind, ist also im Falle 1) für alle Strahlen grösser als im Falle 2), für die stärker brechbaren Strahlen sogar bedeutend grösser.

Um einen Anhalt über den Absorptionsverlust zu gewinnen, lassen sich Angaben benutzen, welche Vierordt auf spectrophotometrischem Wege gewann.[1] Er untersuchte die Lichtmenge, welche durch eine Schicht von möglichst weissem Flintglase von 6 cm Dicke hindurchgelassen wurde und zwar für eine grössere Anzahl schmaler Bezirke des Spectrums. Aus diesen Resultaten ergiebt sich für die von uns gewählten 10 Spectralbezirke die durchgelassene Lichtmenge a für 6 cm Glasdicke, wenn die ursprüngliche Intensität = 1 gesetzt wird:

Bezirk	a	Vergleichswerthe	Bezirk	a	Vergleichswerthe
I bis II	0,90	1,08	VI bis VII	0,72	0,87
II „ III	0,88	1,06	VII „ VIII	0,67	0,81
III „ IV	0,83	1,00	VIII „ IX	0,60	0,74
IV „ V	0,80	0,96	IX „ X	0,56	0,67
V „ VI	0,77	0,93	X „ XI	0,51	0,59

Selbst durch weisses Flintglas wird demgemäss von den stärker brechbaren Strahlen des Spectrums bedeutend mehr Licht absorbirt, als von den rothen Strahlen.

Ist die übrig gebliebene Lichtmenge nach dem Durchgange durch 6 cm Glasdicke $= a$, so ist die entsprechende Lichtmenge A nach dem Durchgange durch eine Glasmasse von der Dicke k

$$A = a^{k/6}$$

Nimmt man die Seite des ersten Prismas $p_1 = 4$ cm an, so sind für drei Prismen die Werthe k und die daraus erhaltenen Werthe A die folgenden:

Aufstellung der Prismen	k	A	k	A	k	A
	für Strahl I		für Strahl III (D)		für Strahl XI	
Fest	6,456	0,89	6,872	0,81	8,792	0,37
ins Minimum	6,276	0,90	6,276	0,82	6,276	0,49

Da k für die brechbareren Strahlen bedeutend grösser ist, wenn die Prismen fest im Minimum der Ablenkung für D stehen, als wenn sie für jeden beobachteten Strahl in das Minimum gebracht werden, so ist, da a ein echter Bruch ist, der Absorptionsverlust für ersteren Fall bedeutend grösser als für den letzteren.

Zur vollständigen Beurtheilung der Helligkeitsverhältnisse in den verschiedenen Theilen des Spectrums nach dem Durchgange durch eine Anzahl von Prismen muss noch die Vertheilung der Helligkeit im Spectrum überhaupt hinzugezogen werden. Diese Vertheilung der Helligkeit ist natürlich sehr verschieden, je nach der Lichtquelle, welche gewählt wird; bei sämmtlichen künstlichen Lichtquellen ist verhältnissmässig die Helligkeit im Roth bedeutend stärker, im Violett bedeutend geringer als im Sonnenspectrum,

[1]) Die quantitative Spectralanalyse u. s. w., Tübingen 1866, S. 114.

aus den Untersuchungen Vierordt's über das letztere[1]) sind die Helligkeiten J_0 für unsere 10 Spectralbezirke abgeleitet worden:

Bezirk	J_0	Vergleichswerthe	Bezirk	J_0	Vergleichswerthe
I bis II	63195	0,032	VI bis VII	105102	0,053
II „ III	1612559	0,802	VII „ VIII	34048	0,017
III „ IV	1983086	1,000	VIII „ IX	20415	0,013
IV „ V	1358437	0,686	IX „ X	14511	0,007
V „ VI	474066	0,239	X „ XI	3131	0,002

Es zeigt sich hier eine ganz verschwindende Helligkeit an den Enden des Spectrums und vornehmlich am brechbareren Ende im Vergleich zu der Helligkeit der Strahlen von mittlerer Brechbarkeit.

Die Gesammthelligkeit nach dem Durchgange durch m Prismen ergiebt sich nun für einen Spectralbezirk, dessen ursprüngliche Helligkeit J_0, dessen Reflexionsfactor J_m, dessen Absorptionsfactor A_m und dessen Zerstreuung z_m ist,

$$H_m = J_0 \frac{1}{z} J_m A_m .$$

Bestimmt man hiernach für den Durchgang der Strahlen durch unsere drei Prismen die Grösse von $\frac{(H_3)}{H_3}$, d. h. des Verhältnisses der Helligkeit bei Aufstellung der drei Prismen in das Minimum der Ablenkung für jeden Strahl, oder nur für einen mittleren so erhält man für:

Bezirk	$\frac{(H_3)}{H_3}$
I bis II	0,92
III (D) „ IV	1,02
X „ XI	3,26.

Da nun die ursprüngliche Helligkeit J_0, welche die Strahlen vor dem Eintritt in das Prismensystem besitzen, für die stärker brechbaren Bezirke an sich schon sehr gering ist, so hat man allen Grund, eine derartige Anordnung der Prismen zu wählen, bei welcher die Helligkeit gerade in diesen Theilen des Spectrums möglichst gross wird; solche Anordnung ist die Aufstellung in das Minimum der Ablenkung für jeden zu beobachtenden Strahl und zwar wie der Ausdruck für H_m zeigt, weil in diesem Falle die Zerstreuung (z) grösser, der Reflexionsverlust ($1 - J$) und ebenso der Absorptionsverlust ($1 - A$) geringer ist, als bei fester Aufstellung der Prismen in das Minimum der Ablenkung nur für den hellsten Theil des Spectrums. —

Es liegt die Frage nahe, ob nicht eine grössere Helligkeit des ganzen Spectrums erzielt wird, wenn man ein Prisma überhaupt nicht in das Minimum der Ablenkung einstellt, sondern die Strahlen unter solchem Einfallswinkel auf das Prisma treffen lässt, dass die Dispersion bedeutend geringer wird, denn offenbar ist bei dem Minimum der Ablenkung nicht auch gleichzeitig die Dispersion ein Minimum.

Die Zerstreuung ist nach Gleichung 3)

$$z_1 = d\psi_2 = dn \frac{\sin \alpha_1}{\cos \psi_1 \cos \psi_2},$$

[1]) Die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectren u. s. w. Tübingen 1873. S. 17.

sie ist also ein Minimum, wenn $\cos \psi_1 \cos \psi_2$ ein Maximum ist. Reusch[1]) folgerte aus der Betrachtung der entsprechenden F'nd', dass das Minimum der Zerstreuung eintritt bei fast normalem Austritt der Strahlen aus dem Prisma, also bei Prismen mit grossem brechenden Winkel überhaupt nicht vorkommt.

Wie schon Mousson[2]) entwickelte, ist

$$\frac{d}{d\varphi_1}\left(\frac{d\psi_2}{dn}\right) = \frac{d^2 \psi_2}{dn\, d\varphi_1} = \frac{\sin \alpha_1 \cos \varphi_1 \cos \varphi_2}{\cos^2 \psi_1 \sin \psi_2 \cos \psi_2} (\operatorname{tg} \psi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 - \operatorname{tg}^2 \psi_2),$$

in welchem Ausdrucke der zweite Factor unter Annahme von $\alpha_1 = 60°$ und $n = 1{,}7$ stets negativ bleibt, so dass bei wachsendem Einfallswinkel die Zerstreuung fort und fort abnimmt.

Setzt man dagegen ein Crownglas voraus, bei welchem $n = 1{,}5$ ist, so ergiebt sich bei $\alpha_1 = 60°$ das Minimum der Dispersion für folgende zusammengehörige Werthe:

$$\varphi_1 = 82° \, 47' \, 33'' \qquad \varphi_2 = 18° \, 35' \, 44''$$

$$\psi_1 = 41° \, 24' \, 16'' \qquad \psi_2 = 28° \, 34' \, 34''$$

Dieses stimmt gut mit den Entwicklungen von Thollon[3]), aus welchen für das Minimum der Dispersion die Bedingung

$$\psi_1 = n^2 \varphi_1$$

hervorgeht.

Durch einige Umformungen erhält man hieraus:

$$\sin \psi_1 = \frac{1}{n} \sin \varphi_1 = \sin\left(\frac{n^2}{n^2+1} \alpha_1\right)$$

oder

$$\sin \varphi_1 = n \sin\left(\frac{n^2}{n^2+1} \alpha_1\right),$$

so dass das Maximum von n für einen Werth α_1 aus der Gleichung

$$n \sin\left(\frac{n^2}{n^2+1} \alpha_1\right) = 1$$

entnommen werden kann.

Es ergiebt sich z. B.

für $\alpha_1 = 60°$ das Maximum von $n = 1{,}505$,
„ $\alpha_1 = 45°$ „ „ „ $n = 1{,}780$.

Für den von uns stets als Beispiel behandelten Fall zeigt sich folglich, dass die Dispersion bei wachsendem φ_1 stets abnimmt, ohne das Minimum zu erreichen; es ist nämlich:

φ_1			ε_1			Vergleichs-werthe	
42°	43′	49″	17°	24′	57″	3,42	Streifender Austritt für Strahl XI.
45	36	25	8	18	20	1,63	
50	36	25	5	58	48	1,17	
55	36	25	5	5	25	1,00	Minimum d. Ablenkung f. Strahl III (D).
60	36	25	4	37	26	0,91	
65	36	25	4	20	46	0,85	
70	36	25	4	10	29	0,82	
75	36	25	4	4	8	0,80	
80	36	25	4	0	10	0,79	
85	36	25	3	58	10	0,78	
90	0	0	3	57	32	0,78	Streifender Eintritt für Strahl I—XI.

[1]) Pogg. Ann. *117*. 1862. S. 241. — [2]) Pogg. Ann. *112*. 1861. S. 428. — [3]) Compt. Rend. *89*. 1879. S. 93.

Die hindurch gelassene Lichtmenge J_1 (unter Nicht berücksichtigung des Absorptionsverlustes) ergiebt sich aus den Fresnel'schen Intensitätsformeln, wenn die eintretende Lichtmenge gleich 1 gesetzt wird:

φ_1			J_1 Strahl I	J_1 Strahl XI	J_1 Mittel	J_1 Vergleichswerthe	Helligkeit $\frac{J_1}{z_1}$ (Vergleichswerthe)
42°	43′	49″	0,790	0,000	—	—	—
45	36	25	0,790	0,693	0,74	0,90	0,55
50	36	25	0,825	0,785	0,80	0,98	0,83
55	36	25	0,833	0,805	0,82	1,00	1,00
60	36	25	0,824	0,803	0,81	0,99	1,09
65	36	25	0,798	0,771	0,78	0,95	1,12
70	36	25	0,751	0,743	0,75	0,91	1,11
75	36	25	0,674	0,662	0,67	0,82	1,03
80	36	25	0,543	0,505	0,52	0,63	0,91
85	36	25	0,328	0,320	0,32	0,39	0,50
90	0	0	0,000	0,000	0,00	—	—

Man sieht demgemäss, dass das Maximum der Helligkeit in der Nähe des Minimums der Ablenkung liegt und dass bei grösserem Einfallswinkel die Helligkeit bedeutend abnimmt, obgleich die Dispersion kleiner wird; der Reflexionsverlust wächst eben schneller als die Abnahme der Dispersion erfolgt. Es zeigt sich dieses auch schon bei oberflächlichem Durchschauen durch ein Spectroskop, wenn man das Prisma so dreht, dass der Einfallswinkel der Strahlen grösser und grösser wird. Obgleich gegen die streifende Incidenz hin die Dispersion abnimmt, erblasst und verlöscht das Spectrum allmälig, weil die Reflexion der aussen schief auffallenden Strahlen bedeutend wächst, wie schon Mousson solches beobachtete. Schluss folgt.

Präcisions-Nivellirinstrument der Mechaniker Hildebrand & Schramm in Freiberg i/S.

Von

Geh. Reg.-Rath Prof. **A. Nagel** in Dresden.

Bei der Beschaffung eines für das K. Polytechnicum zu Dresden bestimmten Präcisions-Nivellirinstruments, welches zugleich zu einigen Ergänzungs-Nivellements für die Europäische Gradmessung benutzt werden sollte, war in Erwägung zu ziehen, welche Construction den an ein solches zu stellenden Anforderungen am besten entspreche. Obwohl ein Nivellirinstrument mit festverbundenem Fernrohr und fester Libelle anerkanntermaassen beim Nivelliren die sichersten Resultate liefert, so musste doch im Hinblick auf die sehr umständliche Prüfung und Berichtigung der parallelen Lage zwischen Fernrohr und Libelle von dieser Construction abgesehen werden.

Ich entschied mich daher für ein Nivellirinstrument mit umlegbarem Fernrohr und zwar mit einer Libelle, welche mit dem Fernrohr selbst fest verbunden ist. Die beiden andern Constructionen der Instrumente mit umlegbarem Fernrohr, bei welchen

die Libelle entweder mit den Trägern in directer Verbindung steht oder als Reiterlibelle auf dem Fernrohre verwendet wird, sind für Präcisionsinstrumente nicht zu empfehlen, weil durch dieselben nicht allenthalben die unveränderliche Lage der Collimationslinie des Fernrohrs und der Tangente an den Spielpunkt der Libelle verbürgt ist; denn das geringste Stäubchen, das sich im ersteren Falle zwischen einen Fernrohrring und sein Lager, oder bei Anwendung der Reiterlibelle zwischen deren Fuss und den Fernrohrring drängt, wird die gegenseitige Lage dieser Linien ändern. Man hat nun zwar das Fernrohr mit der Reiterlibelle meist in Anwendung gebracht, um den Fehler im Parallelismus zwischen Fernrohr und Libelle durch Umsetzen der Libelle auf dem Fernrohre zu compensiren; allein diese Compensation bleibt einestheils wegen des erwähnten Einflusses, anderentheils wegen etwa eintretender Ungleichheit in den Ringdurchmessern nur eine unvollkommene, wie überhaupt keine Compensationseinrichtung ihrem Zweck vollständig entspricht, so dass als rationellste Compensation immer das Nivelliren aus der Mitte zu betrachten ist. Diese Compensation setzt jedoch voraus, dass die Collimation des Fernrohrs gegenüber der Libelle, wenigstens auf die Dauer des auf einem Standpunkt auszuführenden einfachen Nivellements eine unveränderliche bleibt, was nur erreicht werden kann, wenn die Libelle mit dem Fernrohr verbunden ist.

Damit das Fernrohr mit der Libelle eine stabile Lage in den Ringlagern erhalte, ist die Libelle unter dem Fernrohr anzubringen, obwohl sie über demselben bequemer die Ablesung gestatten würde. Das Fernrohr ist überdies mit einer Reiterlibelle zu versehen, um mit Hilfe derselben jeder Zeit die Ringe auf die Gleichheit ihrer Durchmesser prüfen zu können. Für diese Prüfung muss sich jedoch der Träger des Fernrohrs in eine ganz feste und unveränderliche Lage bringen lassen.

Häufig sind die Nivellirinstrumente so ausgeführt, dass die horizontale Queraxe, um welche sich das Fernrohr in seiner Verticalebene neigen lässt, an dem einen Ende des Fernrohrträgers sich befindet. Diese Einrichtung hat den Uebelstand, dass bei Anwendung der am andern Trägerende befindlichen Elevationsschraube auf einem und demselben Standpunkte die einzelnen Visuren nicht in gleicher Höhe über dem Boden bleiben, also in verschiedenen Horizontalebenen liegen. Um diese Fehlerquelle für das Nivellement zu vermeiden, ist es nothwendig, die Queraxe über die verticale Drehaxe zu legen, so dass sie sich mit der Verlängerung der letzteren schneidet. Streng genommen müsste auch noch ein Schneiden derselben mit der Collimationslinie des Fernrohrs stattfinden; bei Erfüllung dieser Bedingung müsste aber dem Fernrohrträger, mit welchem die Queraxe verbunden werden muss, die Form eines Halbcylinders gegeben werden, dessen innerer Halbmesser mindestens gleich der Entfernung des äussersten Theiles der Fernrohrlibelle von der mechanischen Axe des Fernrohrs auftritt, damit das Fernrohr mit der Libelle in seinen Lagern behufs der Centrirung mit der Collimationslinie gedreht werden kann. Dies würde aber dem Instrument nicht allein eine ungefällige Form geben, sondern auch noch mancherlei Unbequemlichkeiten herbeiführen. Da es nun keineswegs von merklichem Nachtheil für die Genauigkeit der Nivellements-Resultate ist, wenn die Queraxe tiefer als das Fernrohr liegt, indem selbst bei den extremsten Neigungen des Fernrohrs, bei welchen die Libelle bald an dem einen, bald an dem andern Ende abgelesen werden muss, die Höhe des Durchschnittspunkts der verticalen Axe und der Collimationslinie sich nicht wahrnehmbar ändert, so ist es am bequemsten, die horizontale Queraxe in den horizontalen Arm des Trägers selbst zu legen.

Ueberdies ist es nothwendig, die Libellen mit Schutzvorrichtungen (Glas, Tuch) gegen den jähen Einfluss von Temperaturänderungen, das Instrument selbst mit den nöthigen Feinstellungsschrauben und mit einer Dosenlibelle zum vorläufigen Verticalstellen der verticalen Axe zu versehen, dem Fernrohr die für die Ausführung von Präcisionsnivellements nöthige optische Kraft (35 bis 40malige Vergrösserung) und der Libelle eine

Empfindlichkeit von etwa 6" pro Scalentheil zu geben, die erfahrungsgemäss für Präcisionsarbeiten grade ausreichend ist, indem eine grössere Empfindlichkeit die ohne vollständigen Schutz gegen Witterungseinflüsse im Freien vorzunehmenden Arbeiten nur über die Gebühr aufhalten würde, ohne den Nutzen einer grösseren Genauigkeit zu erzielen.

Da das Instrument auch den Gebrauch gestatten soll bei nicht einspielender aber abzulesender Libelle, so muss dieselbe eine durchlaufende Bezifferung erhalten. Ueberdies muss zur Seite ein durch Kugelgelenke verstellbarer Spiegel angebracht sein, damit der Beobachter vom Ocular aus, ohne erst seinen Standort ändern zu müssen, die Libelle ablesen kann, weil im Gegentheil nachtheilige Erschütterungen entstehen würden.

Dieses Programm wurde nach mehrfacher Durchberathung mit dem Herrn Hildebrand dem mechanischen Institut von Hildebrand & Schramm (ehemals A. Lingke & Co.) in Freiberg i. S. zum Entwurf eines Projects für ein Präcisions-Nivellirinstrument übergeben, welches endlich zu der Ausführung des Instruments geführt hat, das in der Figur (a. f. S.) veranschaulicht ist und welches im Folgenden speciell beschrieben werden soll.

Dem Instrument ist durch einen kräftigen Dreifuss mit 9 cm langen Schenkeln eine sichere Basis gegeben. Seine drei Stellschrauben, die nur zum Einstellen der Dosenlibelle dienen sollen, sind mit grobem Gewinde versehen, damit die beiläufige Verticalstellung der verticalen Drehungsaxe schnell erfolgen kann.

Auf eine sichere Drehung des Instruments ist besonders geachtet. Die verticale Axe ist daher 12 cm lang gewählt, gleich der halben Länge des Fernrohrträgers. Sie ist aus gehärtetem Stahl und die Büchse, in welchem sie ihre Drehung hat, aus demselben Material. Nach der Ansicht des Herrn Hildebrand ist durch das gleiche Material für Axe und Büchse nicht nur eine schädliche Abnützung der Axe fast ganz ausgeschlossen, sondern auch der Vortheil erreicht, dass das Instrument bei den verschiedenen Temperaturen, denen es beim Gebrauche ausgesetzt sein kann, eine gleich sichere Führung behält. Dies letztere kann allerdings bei den noch meist angewandten Stahlaxen, die ihre Führung in Messingbüchsen haben, nicht der Fall sein.

Mit der Verticalaxe, die mit Centralklemme und Feinstellungswerk versehen, ist der untere Träger *ff* fest verbunden. Er trägt bei *g* die mit Mikrometertheilung versehene Elevationsschraube, bei *d* die Dosenlibelle und in der Mitte zwei Arme *k*, in welchen die Queraxe des Fernrohrträgers *ee* ihre Lagerung findet. Der Fernrohrträger lässt sich in beschränkter Weise um diese Queraxe durch die mit 100theiliger Trommel versehene Mikrometerschraube *g* von 0,25 mm Steigung kippen.

Die Aufstellung des Instruments erfolgt, wie bemerkt, mit den Dreifussschrauben nach der Dosenlibelle, während die letzte Einstellung der Nivellirlibelle durch die Mikrometerschraube *g* in bequemster Weise vorgenommen werden kann, ohne dass sich die Höhe der optischen Axe des Fernrohrs dadurch in messbarer Weise ändert.

Die gehärtete Spitze der Mikrometerschraube *g* wirkt gegen ein, im Fernrohrträger eingelassenes, glashartes Stahlplättchen, an welches sie durch zwei Spiralfedern gedrückt wird. Sowohl der feste Träger *ff* als der Fernrohrträger *ee* sind aus einem Stück als hohle, innen durch Rippen versteifte Körper gegossen und so geformt, dass der Fernrohrträger über den festen Träger hinweggreift, wodurch eine unnütze Höhe des Instruments vermieden wird.

Das um die Mitte balancirende, dreh- und umlegbare Fernrohr hat 44 cm Brennweite, 41 mm Oeffnung und durch die beiden beigegebenen Oculare bezw. 32- und 42fache Vergrösserung. Seine beiden aus glashartem Stahl angefertigten Ringe sind auf vier in dem Fernrohrträger eingelassene Karneole *l* gelagert, wodurch die Abnutzung der Ringe auf lange Dauer ausgeschlossen, sowie eine möglichst constante Auflage erzielt wird.

Das Fadennetz besteht aus einem verticalen und drei horizontalen Spinnenfäden. Die horizontale Stellung derselben ist durch einen Anschlag *m* am Fernrohr und einen

zugehörenden Ansatz mit Schraube am Träger gesichert. Auf die Herstellung der centrischen Führung der Ocularröhre im Hauptrohr ist grosse Sorgfalt verwendet und dieselbe als absolut gelungen, das Fernrohr also frei von jedem Collimationsfehler zu betrachten, so dass beim Anvisiren von Objecten verschiedener Entfernung, z. B. auf 100, 50 oder 5 m Entfernung ein Fehler in der Centrirung des Fadenkreuzes beim Drehen des Fernrohrs um seine Ringaxe nicht zu bemerken ist.

Das Ocular wird bei seiner Verschiebung in Bezug auf das Fadennetz, also beim Beseitigen des parallactischen Visurfehlers, durch den schrägen Schlitz *c* geführt. Um das Fadennetz scharf einzustellen, braucht man daher das Ocular nur zu drehen; es muss sich dann, je nachdem man das Ocular nach rechts oder links dreht, dem Fadennetz allmälig mehr nähern oder von demselben entfernen. Diese Einrichtung hat neben der Bequemlichkeit der Einstellung auch den Vortheil für sich, dass das Ocular beim Transport nie herausfallen kann.



Vor das Ocular lässt sich ein schwach blau gefärbtes Planglas schrauben; es dient zur Schonung der Augen bei Messungen, die bei grellem Sonnenlicht ausgeführt werden müssen. Eine aufsteckbare Sonnenblende wird beim Gebrauch durch einen an das Ocularende des Fernrohrkörpers auf das Gewinde *n* aufschraubbaren Ring balancirt.

Die Libelle ist dem Programm gemäss mit dem Fernrohr fest verbunden. Sie liegt in ihrer Fassung auf vier Lagerpunkten, auf welchen sie durch sanft wirkende Federn *h h* gehalten wird, ohne an ihrer freien Ausdehnung gehindert zu sein. Die Fassungserweiterung der Libelle kann sich an dem in der Figur linken Ende in einer Kugel frei drehen, während sie an dem andern Ende durch Spiralfedern gegen zwei rechtwinklig zu einander stehende Schrauben gedrückt wird und durch dieselben ihre Justirung erhält. Die Justirung erfolgt frei von jedem schädlichen Zwang und in bequemster Weise, da jede Schraube sofort anspricht. Die Schrauben drehen sich mit Reibung in ihren Gewinden, die durch Pressschrauben so regulirbar sind, dass die Justirung leicht erfolgen, eine selbstthätige Veränderung durch Erschütterungen des Transportes aber nicht stattfinden kann. Die Libelle und ihre Fassung ist durch ein weites übergeschobenes Glasrohr gegen jähe Temperaturdifferenzen geschützt.

Zur Untersuchung der Fernrohrringe dient die um die Mitte balancirende, in doppelter Fassung montirte Aufsatzlibelle.

Die innere Fassung derselben ist in der äusseren Fassung in derselben Weise angebracht, wie die Fernrohrlibelle am Fernrohr. Sie lässt sich daher in derselben sicheren und bequemen Weise wie diese justiren. Die äussere Fassung ist mit Tuch bezogen und die Oeffnung durch einen gewölbten Glasdeckel geschlossen.

Beide Libellen haben durchgehende Theilung und Bezifferung und eine Empfindlichkeit von 5,9 bis 6,5 Secunden pro Theilstrich von 2,3 mm Länge. Die scharfbestimmte Constante der Fernrohrlibelle beträgt 6,492″. Die Justirungen beider Libellen halten sich in Folge der vorstehend angegebenen Anordnungen sehr constant.

Die Fernrohrringe werden mit der erwähnten Aufsatzlibelle am Instrumente selbst untersucht. Um hierbei möglichst gegen jede Veränderung des Untertheils des Instruments gesichert zu sein, lässt sich die in dem festen Träger befindliche Schraube in die Höhe schrauben, so dass sie gegen den Fernrohrträger drückt. Hierdurch wird derselbe mit dem unteren Träger fest verbunden; denn er ist einmal schon durch seine Queraxe in den Lagern des festen Trägers gehalten, ruht ausserdem an dem einen Ende durch die Mikrometerschraube g und an dem andern nun auch durch die Schraube g auf dem festen Träger. Diese Einrichtung gestattet daher auch mit dem Instrumente so zu arbeiten, als ob es nur mit einfachem festen Fernrohrträger versehen wäre.

Die Lager des Fernrohrs werden durch Deckel geschlossen, die sich ohne jede Vorbereitung leicht auf die Seite drehen lassen, sich aber, durch Federn sicher zugehalten, nie von selbst öffnen können. Die Deckel sind so breit, dass die Fernrohrringe durch dieselben vor Unreinigkeiten möglichst geschützt werden. Sie haben eine rahmenförmige Form und sind mit einer Klappe versehen, welche in die Höhe zu klappen ist, wenn die Aufsatzlibelle auf die Fernrohrringe gesetzt werden soll. Zwei Ohren einer Klappe, zwischen denen ein Einschnitt zur Aufnahme des auf jedem Ende der Reiterlibelle befindlichen Stifts p enthalten ist, dienen zum Halten dieser Libelle. Die Figur zeigt den linken Lagerdeckel in halb geöffneter, den rechten in geschlossener Stellung, letzteren mit aufgerichteter Klappe b, ersteren mit umgelegter, a.

Auf den Zapfen i des Fernrohrträgers wird ein um drei Axen beweglicher Spiegel aufgesteckt, durch welchen sich die Fernrohrlibelle vom Ocular aus durch eine in den Fernrohrträger gesteckte Linse ablesen lässt. Derselbe ist in der Figur abgenommen worden, weil er zu viel verdeckt haben würde. Damit die Ablesung frei von Parallaxenfehlern wird, ist das über die Libelle geschobene Glasrohr in der Mitte seiner Länge mit einem rings um das Rohr laufenden schwarzen Striche s versehen. Ist der Spiegel so gestellt, dass dieser Strich, durch die Linse gesehen, nicht doppelt (als Ellipse) sondern als eine gerade Linie erscheint, die zugleich den mittelsten Strich der Libellentheilung deckt, so wird die Ablesung normal zur Libellenaxe stattfinden. Zur bessern Beleuchtung der Libelle ist an der, dem Spiegel entgegengesetzten Seite des Fernrohrträgers ein Milchglas aufsteckbar, welches sich mit seiner Fassung in die Lage drehen lässt, welche für die Beleuchtung die günstigste ist. Das Instrument ist in allen seinen Theilen sorgfältig balancirt, so dass nicht nur das Fernrohr wie die Aufsatzlibelle, sondern auch das ganze Instrument um seine Mitte im Gleichgewicht sich befindet.

Die Constanten des distanzmessenden Fernrohrs nach Reichenbach sind aus 8 Versuchsreihen von je 8 Beobachtungen auf die zwischen 0 und 160 m liegenden und von 20 zu 20 m zunehmenden Entfernungen dergestalt gefunden worden, dass die Formel

$$D = 146{,}3923\ L + 0{,}686$$

für die Berechnung der Zielweiten in Metern anzuwenden ist, wenn die in Metern ausgedrückten Lattenabschnitte zwischen dem obern und untern Faden mit L bezeichnet werden.

Auf die Abrundung des constanten Factors von L ist hier nicht besondere Rücksicht genommen, weil beim Nivelliren die Distanzmessung nur nebenbei zu erfolgen hat, um die Summen sowohl der rückwärtsliegenden als der vorwärtsliegenden Zielweiten zur Vergleichung beider und zur Berechnung der Gewichte und der mittleren Nivellementsfehler kennen zu lernen, was nicht viel Rechnung erfordert.

Wie aus dem Schraubenansatz r zu ersehen, kann das Instrument mittels eines an r zu schraubenden Federstengels auf seinem Stativ befestigt werden, was indess für Präcisionsnivellements durchaus nicht empfohlen werden soll, da das Instrument alsdann beim Aufstellen des Stativs Erschütterungen ausgesetzt ist, die für die Justirung desselben stets von Nachtheil sein werden. Das ganze Instrument hat ein solches Gewicht, dass dasselbe auch ohne diese Befestigung auf dem Stative feststeht. Uebrigens lässt sich das Instrument auch ohne Stativ viel sicherer von einem Standpunkte bis zum folgenden transportiren.

Das Instrument hat im Sommer 1884 zur Ausführung von Präcisionsnivellements in einer Ausdehnung von 56 km gedient und sich dabei ausgezeichnet bewährt. Namentlich ist hervorzuheben die Constanz der Justirung, die Güte des Fernrohrs mit seiner genauen centrischen Führung der Ocularröhre, die Güte der Libellen und die Sicherheit, mit der sich die Ablesung der Fernrohrlibelle durch den Spiegel bewirken lässt, ohne dass der Beobachter seinen Ort vor dem Ocular verlässt.

Die oben erwähnten mit dem beschriebenen Instrument hin und zurück ausgeführten Nivellements betrafen 7 Linien zum Theil in nahezu horizontalem, zum Theil in gebirgigem Terrain (abgerundete Höhenunterschiede von bez. 84, 130, 481 und 61 Meter mit enthaltend). Der hierbei aus 78 Strecken berechnete mittlere Kilometerfehler ergiebt sich im Durchschnitt zu 1,775 mm, so dass sich darnach der wahrscheinliche Beobachtungsfehler eines auf D Kilometer Entfernung ausgeführten Nivellements auf

$$v = 1{,}197 \sqrt{D}$$

Millimeter schätzen lässt.

Mittheilungen aus dem physiologischen Institute der Universität Rostock i. M.

Von

Custos und Hof-Mechanikus **H. Westien** in Rostock.

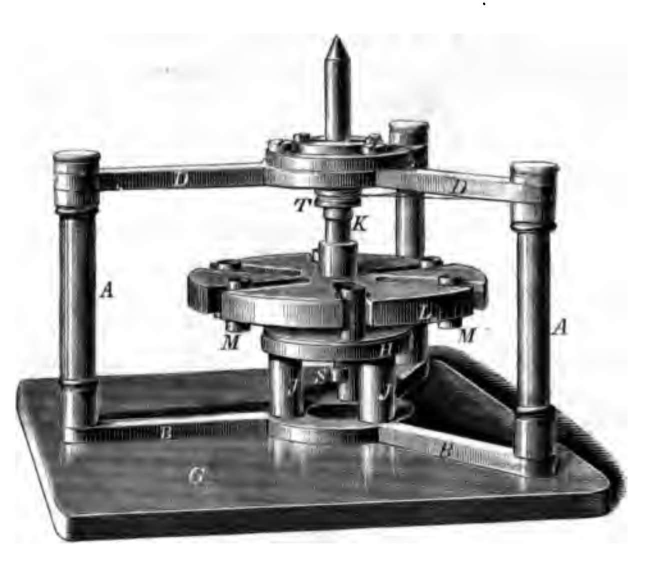
Fortsetzung.

8. Centrifugalmaschine nach Professor Aubert und Westien.

Die hier beschriebene Centrifugalmaschine ist zu dem Zweck construirt, die Blutkörperchen im Blut vom Serum zu trennen, so dass das klare Serum über der Blutkörpermasse steht und völlig frei von Blutroth abpipettirt werden kann. Bei der Construction der Centrifuge wurde hauptsächlich darauf gesehen, bei Anwendung einer geringen Kraft eine möglichst grosse Geschwindigkeit zu erreichen, ohne dass dabei die Centrifuge Lärm oder Erschütterung verursacht.

Die Centrifuge besteht aus einem Rade, welches um eine verticale Stahlaxe gedreht wird, und an welchem Cylinder in Ausschnitten aufgehängt sind, welche bei ruhendem Rade eine senkrechte, bei bewegtem Rade eine horizontale Lage einnehmen.

Die Centrifuge ist in Fig. 1 dargestellt und besteht aus dem Holzbrette *G*, auf welchem das Metalldreieck *B* durch die drei Säulen *AA* und auf diesem die Unterstützungsplatte *H* der Axe durch die kurzen Metallsäulen *JJ* festgeschraubt ist. Durch die Mitte der Platte *H* reicht die von unten her nachstellbare Schraube *S*, auf deren gehärteter Spitze das untere gleichfalls gehärtete Ende der Axe *K* mit einer körnerförmigen Ausbohrung läuft. Auf den drei Säulen *AA* ist mittels dreier Muttern das Metalldreieck *D* aufgeschraubt, welches das obere Halslager der Axe *K* trägt. Zwischen diesem Lager und der Spitzschraube *S* dreht sich leicht und sicher die Stahlwelle *K* mit der Schnurscheibe *T* und dem Centrifugenrade *L*.[1]) Letzteres ist der grösseren Leichtigkeit wegen innen hohl gegossen und mit sechs radialen Einschnitten versehen, in welchen die sechs Metallbüchsen *M M*, um horizontale Axen leicht drehbar, eingehängt werden können.



Sollen nun vermittels dieser Centrifuge verschieden schwere unter einander gemischte flüssige Substanzen nach den verschiedenen specifischen Gewichten ausgeschieden werden, so werden die Substanzen zu diesem Zweck in Gläser gebracht, welche sich in die Metallbüchsen *M* einsetzen lassen. Die zwei Zapfen der letzteren werden in entsprechende Ausschnitte in den Seitenwänden der radialen Schlitze eingehängt und lassen sich um Winkel von 90° drehen.

Befindet sich die Centrifuge im Ruhezustande, so hängen die Blechbüchsen mit ihrem Inhalte vertical, da der Schwerpunkt stets unter den Zapfen liegt; sobald aber die Centrifuge in Thätigkeit gesetzt wird und das Centrifugenrad eine gewisse Geschwindigkeit erreicht hat, wird der Schwerpunkt der Büchsen der Centrifugalkraft folgend nach aussen gedrängt, und die Büchsen werden in eine horizontale Lage gebracht werden.

Die einzelnen, im Gewicht verschieden unter einander gemischten Theile der in den Gläsern befindlichen Substanzen werden sich bei genügend fortgesetzter Rotation des Rades mit den Blechbüchsen in verticalen, rechtwinklig zur Cylinderaxe liegenden Schnitten, nach den specifischen Gewichten der einzelnen Substanzen ablagern, so dass die schweren nach aussen, die leichteren nach innen zu liegen kommen.

Wird die Geschwindigkeit der Centrifuge langsam vermindert, so werden nach und nach die Blechbüchsen wieder die verticale Lage einnehmen.

Bei Benutzung der Centrifuge ist darauf zu sehen, dass immer zwei Blechbüchsen nebst Gläsern und deren Inhalt, welche in das Centrifugenrad einander gegenüber eingelegt werden, ganz genau gleiches Gewicht erhalten; es ist dies dadurch zu bewerkstelligen, dass man die gegenüberliegenden Gläser bis zu gleichen Marken mit Flüssigkeit füllt.

---

[1]) Bei einer etwas abgeänderten Construction läuft die Axe *K* beiderseits zwischen Spitzen, wobei der Gang noch etwas leichter wird.

Diese Centrifuge beansprucht nur einen sehr kleinen Raum, und kann deshalb in jedem Experimentirsaal, Laboratorium oder Zimmer aufgestellt werden. Ein gemauertes Grundfundament ist für dieselbe nicht erforderlich, da sie mit ihrer Bodenplatte *G* nur durch vier Bolzenschrauben auf jedem starken Tisch, dessen Füsse durch eiserne Winkel mit dem Fussboden verbunden sind, befestigt zu werden braucht. Ferner genügen $^1/_{30}$ bis $^1/_6$ Pferdestärken, also ein Wassermotor bei 1 Atmosphäre Druck, Heissluftmaschine oder ein anderer kleiner Motor, um die Centrifuge in genügend schnelle Rotation zu versetzen.

Die Centrifuge des hiesigen Physiologischen Instituts wird durch einen kleinen Hydromotor von $^1/_{30}$ Pferdestärke, von Schmidt in Zürich, in Bewegung gesetzt, und braucht zur vollkommenen Sedimentirung des Blutes nur 30 bis 60 Minuten. Dieselbe wurde auch von Herrn Prof. Dr. Aubert *(Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie Bd. XXIV Bonn 1881)* benutzt. Zur Erhaltung eines mit Blutroth nicht verunreinigten Serum ist es nothwendig, dass man das aus der Ader fliessende Blut nur mässig schlägt, um den Farbstoff daraus zu entfernen, — jedes heftige Schlagen bewirkt Zertrümmerung von Blutkörperchen und Austritt des Blutrothes in das Serum.

Apparat zur Vergleichung symmetrischer Stellen der Schwimmhaut des rechten und linken Fusses vom Frosche.

Der Apparat, sowie die ganze Anordnung desselben ist leicht aus nebenstehender Zeichnung (Fig. 2) ersichtlich. Derselbe besteht aus dem Glasplattenhalter *C*, dem Stative *P* und dem Mikroskope *A*. (Von diesem ist aus Raumrücksichten nur der Fuss gezeichnet.) Die Construction der einzelnen Theile ist folgende: An der, in dem schweren Messingfusse steckenden Stange *n* ist das in horizontaler Richtung bewegliche Gelenk *m* mittels der Schraube *w* befestigt. Dies Gelenk trägt die Stange *o* und letztere die Klemme *S*. In diese ist die Glasplatte *K* eingeklemmt, worauf der Frosch gelegt wird, dessen Extremitäten und Zehen mit Fäden, welche durch zweckentsprechende, in die Glasplatte gebohrte Löcher gezogen werden, fixirt sind. Die Glasplatte *K* ruht mit dem unteren vorderen Ende auf der Glasplatte *G* des Glasplattenhalters *P* und kann auf derselben leicht und rasch in einer horizontalen Ebene verschoben werden bis zu den Anschlagklemmen *c c*, welche auf der oberen Kante der Glasplatte *G* befestigt sind. Bei gehöriger Einstellung der Glasplatte *K* auf eine gewisse Stelle, z. B. eine kleine Arterie des linken Fusses, wird durch eine einzige momentane Verschiebung der Platte bis zur Anschlagsklemme die symmetrische Stelle des rechten Fusses in das Gesichtsfeld des Mikroskopes geschleudert werden und befindet sich auch sofort in der erforderlichen Distanz von dem Objective des Mikroskopes. Auf der Glasplatte *K* ist noch durch die Klemme *R* die kleine Reizvorrichtung *a* angebracht.

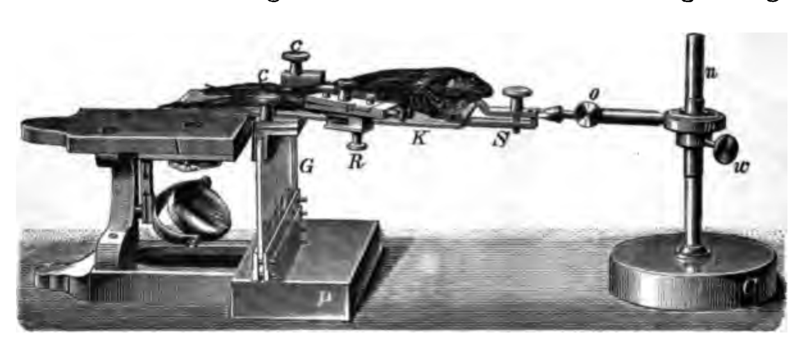


Fig. 2.

Als Mikroskop kann jedes beliebige mit freiem Objecttisch verwandt werden.

10. Quecksilberbüchse mit selbstthätigem Hahnverschluss und fein auslaufender Gussspitze zum Füllen von Capillarcontacten u. s. w.

In nebenstehender Figur 3 ist ein kleiner Hilfsapparat dargestellt, welcher sich im Laufe der Zeit im hiesigen physiologischen Institut so vorzüglich bewährt hat, dass ich denselben auch hier erwähnen will.

In der mit abschraubbarem Deckel versehenen Holzbüchse *A* ist in geringer Höhe vom Boden die in einer feinen Spitze endende und mit dem Hahn *E* versehene Stahlcanüle *D* eingeschraubt; durch den Kopf des Hahnkükens steckt der Stift *H*; das eine Ende desselben wird durch eine Spiralfeder nach der Büchse herangezogen. In dieser Stellung ist der Hahn geschlossen, und das Quecksilber kann nicht aus der Büchse herauslaufen Drückt man aber mit dem Zeigefinger gegen das Ende *H* des Stiftes, so wird der Hahn geöffnet und das in der Büchse befindliche Quecksilber tritt in kleinen Tröpfchen oder in dünnem Strahle aus der feinen Spitze aus. Ist die Contacthöhlung gefüllt, so lässt man den Stift frei und derselbe dreht sich in Folge des Zuges der Spiralfeder so, dass der Hahn geschlossen wird. Das oft sehr lästige Ueberlaufen des Quecksilbers wird durch diese Büchse vermieden.



Fig. 3.

11. Verbessertes Quecksilbermanometer für physiologische Zwecke mit einem Federhalter zur Aufzeichnung genauer und feiner Curven.

Die feinen Aufzeichnungen, welche die von mir früher construirte und in *Pflüger's Archiv Bd. XXVI S. 571* näher beschriebene Schreibfeder hervorzubringen im Stande ist, veranlassten mich, auch das Cyon'sche Quecksilbermanometer, bei welchem dieselbe Anwendung findet, etwas zu modificiren. Nebenstehende Fig. 4 stellt ein so verbessertes Manometer dar. Dasselbe unterscheidet sich vom Cyon'schen in Folgendem:

Das Schwimmerrohr *HH* ist genau cylindrisch und laufend ausgeschliffen; die Schwimmerstange *T* auf besondere Methode gehärtet. Dem unteren Ende ist ein cylindrisches nach unten spitz ausgezogenes Glasrohr *W* aufgekittet (siehe die Nebenfigur) und auf demselben der aus Hartgummi gefertigte Stempel *M* fest aufgeschoben.

Bei dieser Anordnung ist es möglich, auf leichte Weise Schwimmerstab, Glasrohr und Stempel genau centrisch laufend zu erhalten, was bei feineren Aufzeichnungen absolut nothwendig ist.

Auch die Federführung ist anders eingerichtet. Auf der oberen Kante des Manometerbrettes ist die Messingplatte *P* aufgeschraubt. In derselben ist die Stange *N* befestigt, welche unten die Querstange *O*, oben die um die Axe *R* drehbare Stange *Q* trägt. Auf der einen Seite der oberen Stange *Q* und auf der unteren Querstange *O* ist durch eine schiebbare Feder, die mit einem Haken versehen ist, der Coconfaden *S* befestigt, welcher durch das Gegengewicht *U* der oberen Stange gespannt wird. Diese Vorrichtung bewirkt, dass

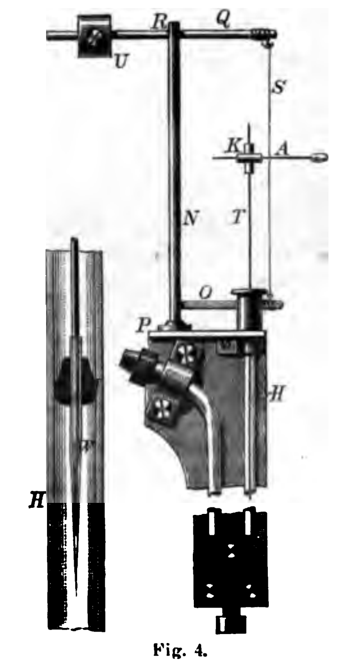


Fig. 4.

die Schreibfeder, selbst bei starken Excursionen derselben, stets gleichmässig an den Schreibcylinder angedrückt wird.

Während ich früher die Feder an einem dünnen Aluminiumdrahte der Quere nach mit geschmolzenem Schellack festklebte, hierbei aber die Feder selbst immer etwas warm wurde, auch die Ausführung einigermaassen umständlich war, construirte ich später nach mehreren Versuchen nebenstehenden Federhalter (Fig. 5). Derselbe ist aus dünnem Aluminiumdrahte *A* hergestellt, dessen Ende *B* etwas breit geklopft und zu einer flachen Oese zusammengebogen ist. In diese Oese wird die Schreibfeder *D* und das andere Ende des Drahtes in eine Durchbohrung der Kreuzklemme *K* gesteckt und durch die Schraube *F* fixirt. In das andere Loch der Kreuzklemme steckt man die Schwimmerstange *T*, welche durch die Schraube *G* in entsprechender Höhe fixirt wird. Durch Anwendung der Kreuzklemme statt der Cyon'schen Gabel ist man einentheils im Stande, die Feder nach jeder Richtung hin zu verstellen, und sie anderntheils durch die kleinen Schrauben *F* und *G* sicher einzustellen.

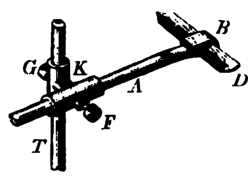


Fig. 5.

(Forts. folgt.)

Bemerkungen zu dem Aufsatz: Ueber einige optische Methoden und Instrumente.

Von
Professor Dr. **E. Lommel** in Erlangen.

Von Seiten der Redaction werde ich darauf aufmerksam gemacht, dass die in obigem Aufsatz mitgetheilte Methode zur Bestimmung von Brechungscoefficienten bereits von Herrn Prof. Abbe (*E. Abbe, Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens, Jena 1874*) beschrieben ist, was ich zu meinem Bedauern übersehen hatte. Die Priorität gebührt sonach Herrn Abbe.

Uebrigens war mir dieses Beobachtungsverfahren, dessen Grundgedanke von O. Littrow (*Wien. Ber. XLVII. 2. S. 26 bis 32. 1862*) herrührt, und das von Steinheil (*München. Ber. 1863, S. 47 bis 51*) in sehr ähnlicher Weise angewendet wurde, schon früher geläufig. Bereits 1871 machte ich davon Gebrauch bei Versuchen, die Dispersion von Prismen ohne Anwendung eines Theilkreises, durch blosse Spiegelablesung zu bestimmen. Die jeweilige Stellung des Prismas vor dem feststehenden Fernrohr mit innerem Spalt wird hiernach durch ein Ablesefernrohr mit horizontaler Scale ermittelt, welches aus geeigneter Entfernung gegen die Vorderfläche des Prismas, die als Spiegel dient, gerichtet ist. Man erhält so die Differenzen der Einfallswinkel für die Spectrallinien, welche man im ersten Fernrohr eingestellt hat. Die Arbeit blieb damals liegen und wurde nicht veröffentlicht. Nur in einer späteren Abhandlung (*Ueber die Interferenz des gebeugten Lichtes, Erlangen 1875, Pogg. Ann. Ergänzungsb. 3. S. 259. 1878*) habe ich der nämlichen Wirkung eines spitzwinkligen Prismas, welche hier allerdings anderen Zwecken diente, Erwähnung gethan.

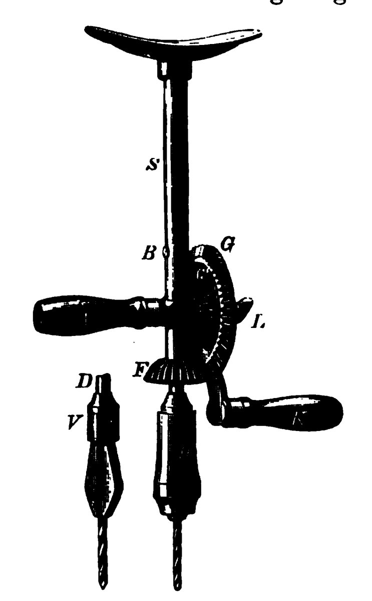
Die Methode zur Bestimmung der Brennweite einer Linse stimmt nahe überein mit einem von Laurent in den *Compt. Rend. vom 30. März 1885* angegebenen Verfahren, wovon ich aber zur Zeit der Publication meines Aufsatzes noch keine Kenntniss hatte.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Kurbelbohrapparat mit veränderlicher Uebersetzung.

Der von Herrn Färber der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik in der Sitzung vom 24. Nov. 1884 vorgelegte Handbohrapparat, eine recht zweckmässige amerikanische Erfindung, ist nebenstehend in $^1/_5$ der wirklichen Grösse abgebildet. Das einfache, aus zwei durch einen Stift verbundenen Backen bestehende selbstcentrirende Spannfutter für den Bohrer ist, wie aus der Nebenfigur ersichtlich, die dasselbe nach Abnahme der zusammenspannenden Schraubhülse darstellt, mit seinem oberen Ende in einen diametralen Einschnitt der unteren Verdickung *V* der Bohrspindel *D* eingesetzt und dadurch einerseits an Verdrehung gegen *D* verhindert, andrerseits aber nach Abschrauben der Hülse *H* leicht auswechselbar.

Die Bohrspindel *D* trägt das kleine conische Zahnrad *F*, reicht in das Innere der hohlen Stange *S* hinein und findet in dieser ihre Lagerung. An Herausfallen ist sie durch das kleine Schräubchen *B*, das durch die Wandung von *S* geschraubt ist und in eine halsförmige Eindrehung am oberen Ende von *D* eingreift, gehindert. Den Antrieb erhält sie durch die Kurbel *K*, welche an der Rückseite des grossen Zahnrades *G* angegossen ist, unter Vermittlung der Räder *G* und *F*. *G* sitzt auf einer in der Verlängerung des Handgriffes *A* an diesem angegossenen Axe und wird durch Herabgleiten von derselben durch die Flügelschraube *L* gehindert. Diese reicht durch die ganze Länge der Axe und dient gleichzeitig zum Festklemmen des Handgriffes an der Stange *S*. Das Rädchen *F* besteht eigentlich aus zwei zusammengegossenen Rädern von gleicher Zähnezahl, aber verschiedenem Spitzenwinkel. Das grosse Rad *G* greift nur in den unteren Theil von *F*, dessen Spitzenwinkel zu demjenigen von *G* passt, ein. Mit *G* zusammengegossen ist aber noch ein zweites, kleineres Rädchen *G'*, dessen Zähnezahl nur $^2/_5$ derjenigen von *G* beträgt, und dessen Spitzenwinkel zu dem des oberen Theiles von *F* passt. Durch Lösen der Schraube *L* kann nun *G* ausser Eingriff mit *F* gebracht und dann der Handgriff *A* soweit nach unten geschoben werden, bis *G'* zur Eingriffsstellung mit dem oberen Theile von *F* kommt. Wird dann *L* wieder soweit angezogen, dass *A* an *S* festgeklemmt wird, so wird der Eingriff zwischen *G'* und *F* gleichzeitig richtig hergestellt. Durch diese Einrichtung ist somit der Vortheil erreicht, einerseits Bohrer von geringem Durchmesser bei gleichem Arbeitsaufwand schneller laufen und daher auch rascher bohren lassen zu können als stärkere und andrerseits bei stärkeren Bohrern, die einen grösseren Widerstand entgegensetzen, auch ein grösseres Drehungsmoment zur Verfügung zu haben. Um jedesmal die richtige Stellung des Handgriffes mit Leichtigkeit aufzufinden, ist in die Stange *S* eine Nut von passender Länge eingefräst, in welche ein in die Bohrung des Handgriffes eingepasstes Gleitkörperchen eingreift, und durch Anstoss an die Enden der Nut die Verschiebbarkeit von *A* in entsprechender Weise begrenzt.



Das uns vorliegende Exemplar des Apparates, nach welchem der obige Holzschnitt angefertigt wurde und das uns von der Firma C. F. Wischeropp in Berlin, durch welche der Apparat bezogen werden kann, bereitwilligst zur Verfügung gestellt wurde, zeichnet sich durch gefällige, solide und sorgfältige Ausführung, leichten Gang und

verhältnissmässig geringes Gewicht aus. Demselben waren ein halbes Dutzend Spiralbohrer von 2 bis 7 mm Durchmesser und zwei verschiedene Futter, das eine für die drei dünneren, das andere für die stärkeren Bohrer gemeinschaftlich verwendbar, beigegeben.

Ln.

Referate.

Ueber die am aufgestellten Instrument vorzunehmende Original-Eintheilung des Harvard-College-Meridiankreises.

Von Prof. W. A. Rogers. *Sidereal Messenger. 1884. S. 306.*

Bei der gewöhnlichen Methode der Untersuchung der Theilungsfehler eines Meridiankreises wird angenommen, dass die Theilung ihre ursprüngliche Form bei der Umdrehung des Fernrohres beibehält. Es ist sicher, dass diese Voraussetzung bei dem Meridiankreise des Harvard-College nicht zutrifft und wahrscheinlich, dass auch bei allen Instrumenten dieser Art, vielleicht mit Ausnahme der neueren Repsold'schen Instrumente mehr oder weniger unregelmässige Biegung der Kreise eintritt. Insoweit als die Biegung symmetrisch vertheilt ist, wird zwar eine Elimination der dadurch verursachten Fehler durch die Beobachtungsmethode möglich; jeder Wechsel der Form an unbekannten Stellen aber verfälscht nicht allein die durch Messungen erhaltenen Fehlerbestimmungen, sondern kann auch geradezu diejenigen Irrthümer herbeiführen, die man zu eliminiren bestrebt ist.

Es ist daher von äusserster Wichtigkeit, eine Methode ausfindig zu machen, um die Theilungsfehler eines Meridiankreises zu bestimmen, welche nicht von unbekannten Formänderungen beeinflusst wird. Diese Nothwendigkeit wird schon durch die systematischen Differenzen genügend begründet, welche zur Zeit zwischen den Declinationsbeobachtungen der verschiedenen Hauptsternwarten bestehen, und deren Betrag etwa bis zum fünffachen Werthe des wahrscheinlichen Fehlers einer einzelnen Beobachtung ansteigen. Nimmt man z. B. die auf der Greenwicher Sternwarte beobachtete Declination eines bestimmten Sternes als vollkommen correct an, so ergiebt sich zwischen ihr und einer Pulkowaer Beobachtung desselben Sternes bei etwa — 20° Decl. ein systematischer Unterschied, der mindestens fünfmal so gross ist als der reine Beobachtungsfehler, den ein geschickter Astronom unter Wahrung aller Vorsichtsmaassregeln bei einer einzelnen Beobachtung wahrscheinlicherweise begehen kann. Es ist zweifellos richtig, dass der grössere Theil dieser Differenzen durch die Unrichtigkeit der Refractionstafeln für grosse Zenithdistanzen herbeigeführt wird, ein gewisser Antheil aber entfällt auf Theilungsfehler, vergrössert durch diejenigen Biegungs- und Excentricitätsfehler, welche durch Anwendung von vier Mikroskopen nicht eliminirt werden können. Solange als jede dieser beiden Gattungen von Fehlern nicht genau erkannt und bestimmt ist, wird es zwecklos sein, eine Verbesserung der Refractionstafeln versuchen zu wollen. In der vorliegenden Abhandlung ist ein Versuch beschrieben, die Unterabtheilungen eines getheilten Kreises mit einer constanten Einheit zu vergleichen, welche unabhängig von der zu untersuchenden Theilung ist.[1])

[1]) Diese beiden Absätze sind eine dem Sinne nach treue Uebersetzung unserer Quelle. So richtig auch der Gedankengang namentlich in den Schlussfolgerungen ist, so macht doch die obige Motivirung aus der Feder eines Fachmannes jedenfalls einen sehr befremdenden Eindruck. Es gewinnt danach fast den Anschein, als ob dem Verfasser die Methode der Untersuchung der Theilungsfehler am fertig montirten Instrument mittels zweier unabhängig vom Kreise in constanter Entfernung von einander aufgestellter Mikroskope ganz unbekannt sei; übrigens leistet das von ihm beschriebene Verfahren, wie wir später zeigen werden, theoretisch wenigstens, in Bezug auf den zu erreichenden Zweck, nicht mehr als die genannte Methode.

Der Erfolg, von welchen der Gebrauch elektromagnetischer Klemmen bei einer für den Verf. in der Waltham-Uhrenfabrik hergestellten Theilmaschine begleitet worden ist, legte den Gedanken nahe, dasselbe Princip auch für die Untersuchung der Theilungsfehler des Meridiankreises anzuwenden und damit, falls das Resultat ein günstiges werden sollte, die Möglichkeit der directen Eintheilung des Kreises auf der Axe des Instrumentes herbeizuführen.

Bei dieser Theilmaschine ruht ein Arm mit seinem einen Ende auf dem cylindrischen Fortsatz einer Mikrometerschraube lose auf und trägt an diesem Ende zwei Elektromagnete, deren Anker bei Stromschluss gegen den Umfang einer an jenem Fortsatz befindlichen cylindrischen Scheibe gezogen werden und dadurch den Arm mit der Schraube fest verbremsen. Ein dritter, von dem Arme unabhängig auf dem Bett der Theilmaschine befestigter Elektromagnet tritt in Thätigkeit, sobald die beiden ersten ausser Wirkung gesetzt werden und hält mittels seines, gegen dieselbe Scheibe gezogenen Ankers die Schraube so lange unbeweglich fest, als der Arm unabhängig von letzterer drehbar ist. Das andere Ende des ziemlich langen Armes bewegt sich zwischen zwei Anschlägen, die in beliebig festzusetzenden Entfernungen von einander fest mit dem Bett der Maschine verschraubt werden. Das Verfahren bei Herstellung einer Theilung ist dann folgendes: Der Arm wird mit dem einen Anschlag zur Berührung gebracht und durch die beiden ersten Magnete mit der Schraube gekuppelt, darauf bis zum anderen Anschlag bewegt, wobei er die Schraube um einen bestimmten Winkel mitnimmt. Hierauf wird durch Umschaltung des Stromes die Schraube festgestellt und gleichzeitig der Arm frei gemacht, der somit zum ersten Anschlag zurückgeführt werden kann, ohne auf erstere einzuwirken. Bei successiver Wiederholung wird also die Schraube immer um gleiche Winkelbeträge weiterbewegt. Verf. giebt an, dass unter gleichen Bedingungen 5000 einzelne Bewegungen immer genau gleiche Drehungswerthe ergeben haben, ein Resultat, das für die Güte der Methode ein sprechendes Zeugniss ablegt, an sich aber nicht überraschend ist, wenn man bedenkt, dass die aufeinanderfolgenden Klemmungen und Lösungen sämmtlich unter genau gleichen Verhältnissen und Aufwendung genau gleicher Kräfte erfolgen, was sich übrigens auch auf anderem automatischen Wege erreichen lassen würde. Um diese Methode auf den Meridiankreis anwenden zu können, wurde zunächst ein cylindrischer Ring von 2 Zoll Breite der Mantelfläche, aus zwei Hälften bestehend, so auf der Axe des Instrumentes befestigt, dass er nur gleichzeitig mit dem Fernrohr bezw. dem Kreise gedreht werden konnte; auf ihm sollte der Arm mit seinem einen Ende ruhen und durch zwei Elektromagnete zeitweilig sicher und fest verbremst werden; eine Batterie von sechs Chromsäureelementen wurde für diesen Zweck als genügend gefunden. Eine sehr starke eiserne Platte wurde fest mit dem steinernen Pfeiler des Instrumentes verbunden, so dass ihre Kante in einer Entfernung von etwa 5 Fuss von der Umdrehungsaxe sich in einer senkrecht zu dieser gedachten Ebene befand. Auf ihr waren die Anschläge, kräftige eiserne Winkel mit vorstehenden ovalen Flächen aus gehärtetem Stahl durch starke Klemmschrauben befestigt. Ihre Entfernung wurde so justirt, dass sie die Winkelbewegung des auf dem Ringe aufliegenden Armes auf genau 30° begrenzten, was mit Hilfe des getheilten Kreises durch Klopfen mit einem leichten Hammer schnell und sicher ausführbar war.

Es ist klar, dass die Genauigkeit des Verfahrens von der vollkommenen Cylinderform der Ringmantelfläche abhängig ist, da jede Abweichung der letzteren periodische Fehler im Gefolge haben würde. Die Richtigkeit derselben wurde mittels eines stark vergrössernden Mikroskopes geprüft, das an der erwähnten Bettplatte befestigt wurde und auf eine an dem Arm in passender Richtung gezogene Marke pointirte. War der Ring vollkommen cylindrisch und centrisch, so musste bei einer Umdrehung, während das freie Ende des Armes auf einem der Anschläge ruhte, die Marke in Ruhe bleiben, andern-

falls gab ihre Bewegung ein Maass für die Unregelmässigkeit. Die Probe gab kein befriedigendes Resultat, namentlich zeigten sich beträchtliche Bewegungen bis zu $^1/_{20}$ mm, wenn der Berührungspunkt des Armes die Stellen passirte, wo die Theilfuge des Ringes sich befand. Ein Versuch, die Unregelmässigkeit durch die Theilung des Kreises zu messen und als periodische Function darzustellen, schlug fehl und es musste also zu dem Mittel gegriffen werden, den Ring nachträglich cylindrisch zu schleifen. Dies geschah leicht und zufriedenstellend unter Anwendung eines auf einem sicher montirten Schlitten gelagerten, durch Schnurlauf in schnelle Rotation versetzten Schmirgelschleifsteines, der unter langsamer und möglichst gleichförmiger Umdrehung des Instrumentes um die Axe gegen die Mantelfläche des Ringes geführt wurde.

Indem nun in ganz analoger Weise wie bei der oben erwähnten Theilmaschine der bewegliche Arm zunächst mit dem einen Anschlag in Berührung gebracht und mit dem Ringe durch die elektromagnetische Klemme gekuppelt wird, kann das Instrument durch Anfassen am Fernrohr um genau 30° gedreht werden, bis der Arm den anderen Anschlag berührt. Dieser constante Betrag wird dann, durch Ablesen eines oder auch mehrerer Mikroskope bei beiden Berührungen, mit der Theilung des Kreises verglichen. Wird darauf der Strom umgeschaltet, so wird der Arm von dem Ringe gelöst und dieser dafür durch den dritten Magneten mit der eisernen Platte so fest verbunden, dass die Rückführung des Armes zum ersten Anschlag keinen verrückenden Einfluss auf den Kreis ausüben kann. Durch Wiederholung können so nach und nach alle 30° Intervalle des Kreises unter dem messenden Mikroskop vorbeibewegt werden.

Eine Schwierigkeit wurde hierbei bald erkannt. Bei der grossen in Bewegung gesetzten Masse des Instrumentes war der Contact mit dem zweiten Anschlage nicht sicher auszuführen; auch bei, namentlich gegen das Ende hin, sehr verlangsamter Drehung war das Moment so gross, dass leichte Verrückungen des geklemmten Armes gegen die Scheibe, im Maximalbetrage von etwa 3″ nicht zu vermeiden waren. Verf. erwähnt nun die hiergegen getroffenen Maassregeln, jedoch in so kurzen Worten, dass man sich kein Bild davon machen kann, wie auch überhaupt die ganze vorherige Einrichtung so skizzenhaft dargestellt ist, dass es nur schwer gelang, sich eine hinreichend deutliche Anschauung zu bilden. Es wurde zunächst versucht, einfach ein Blatt Schreibpapier zwischen Arm und Anschlag zu halten und die Berührung durch Wegziehen desselben vorsichtig herzustellen. Dies scheint aber nicht den erhofften Erfolg gehabt zu haben, es wurde wenigstens ein Luftkissen versucht, das zwar das Resultat, aber auch noch nicht genügend, verbesserte, bis es endlich durch Zwischenschaltung eines Wasserbuffers gelang, den wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Berührung auf 0,″03, etwa den zehnten Theil des Fehlers einer einfachen Beobachtung mit vier Mikroskopen herabzudrücken. Inwieweit dieser Werth verbürgt ist, möge vorläufig dahingestellt bleiben, schon darum, weil es an jeder näheren Angabe hierüber mangelt.

An wirklichen Vergleichsreihen waren zur Zeit der Publication acht vollständige von 30 zu 30° angestellt worden, deren Zahlenresultate wir nach unserer Quelle hier mittheilen, um daran einige Schlüsse zu knüpfen.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die Theilungsfehler des Kreises allerdings nicht ganz unbedeutend sind und dass ihre Vernachlässigung unter Umständen wohl einen Theil der Eingangs erwähnten systematischen Differenzen zu verschulden vermag. Der unregelmässige Gang der Mittelwerthe zeigt ferner, dass es wohl reine, zufällige Theilungsfehler sind, nicht vergrössert durch den Einfluss etwaiger Excentricität, dass also bei der Beobachtung jedesmal alle vier Mikroskope abgelesen sein werden, was leider nicht ausdrücklich gesagt ist, wohl aber auch ausserdem aus dem Umstande geschlossen werden dürfte, dass die Werthe der einzelnen Reihen I bis VIII bis auf Hundertel der Bogensecunde angegeben sind, und somit wohl Mittelwerthe aus mehreren Ablesungen sein müssen.

Das Mittel 0,″44 der von uns hinzugefügten Werthe der letzten Columne ergiebt als wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Beobachtung genau 0,″3, also vollständig übereinstimmend mit dem oben vom Verf. angegebenen wahrscheinlichen Fehler des Mittels einer Ablesung aller vier Mikroskope. Ist jene Zahl in unabhängiger Weise erhalten, so

Intervall	Vergleichsreihe								Mittel	Mittlere Abweichung vom Mittel
	I Juli 28.	II Juli 29.	III Juli 30.	IV Juli 31.	V Aug. 1.	VI Aug. 1.	VII Aug. 4.	VIII Aug. 4.		
0 — 30	+ 0,″22	+ 0,″07	— 0,″15	— 1,″02	— 1,″38	— 0,″19	— 1,″16	— 1,″16	— 0,″60	0,″58
30 — 60	+ 1,63	+ 1.47	+ 2,91	+ 3,00	+ 2,03	+ 0,97	+ 0,61	+ 1,54	+ 1,77	0,66
60 — 90	+ 1,43	+ 2,39	+ 2,49	+ 2,34	+ 1,35	+ 0,96	+ 0,37	+ 1,46	+ 1,60	0,61
90 — 120	— 0,34	— 0,36	+ 0,13	— 0,79	— 0,84	— 0,94	— 1,10	— 1,23	— 0,68	0,37
120 — 150	+ 0,64	+ 0,51	+ 0,48	— 0,16	+ 0,60	+ 0,45	+ 0,69	+ 1,02	+ 0,53	0,21
150 — 180	+ 0,49	— 0,57	— 0,60	— 0,38	— 0,35	+ 0,59	— 0,29	— 0,02	— 0,14	0,37
180 — 210	— 0,72	— 0,84	— 2,47	— 1,10	— 0,63	— 0,05	0,04	— 0,42	— 0,78	0,51
210 — 240	+ 0,74	+ 0,52	+ 0.10	+ 0,66	+ 1,43	+ 1,36	+ 1,57	+ 1,06	+ 0,93	0,43
240 — 270	— 0,73	— 0,95	— 1,10	— 1,00	— 0,50	— 0,76	— 0,10	— 0,28	— 0,68	0,28
270 — 300	— 1,53	— 2,55	— 1,87	— 1,53	— 1,72	— 1,74	- 0 76	— 1,90	— 1,70	0,32
300 — 330	— 0,85	+ 0,38	+ 0,57	+ 0,62	— 0,19	— 1,08	+ 0,30	— 0,37	— 0,08	0,52
330 — 360	— 0,98	— 0,06	— 0,43	— 0,63	+ 0,21	+ 0,40	— 0,13	+ 0,26	— 0,17	0,38
									Mittel	0,44

würde diese Uebereinstimmung eine directe Bestätigung der fast absoluten Sicherheit der Contacte bedeuten, doch bleibt es immerhin fraglich, ob nicht gerade a priori die Voraussetzung gemacht ist, dass die Fehler der Berührungen den Ablesungsfehlern gegenüber verschwindend klein sind und hierauf die obige Angabe, aus den vorliegenden Beobachtungen gezogen, begründet ist. Die Schwankungen der Werthe der letzten Columne um den Mittelwerth von 0,″44 sind verhältnissmässig nicht unbedeutend und ebenso wenigstens theilweise die Schwankungen der Werthe in den Columnen I bis VIII um das zugehörige Mittel. Wenn dieselben nun auch einerseits an sich nicht als unzulässig gross bezeichnet werden können, so ist doch auch andererseits sicher, dass mit der viel einfacheren, leichter und schneller zu handhabenden Einrichtung eines in beliebigem Abstande von einem der Mikroskope des Instrumentes anbringbaren Hilfsmikroskopes nicht viel weniger zu erreichen ist, dass also das neue Verfahren diesem letzteren gegenüber praktisch, wenigstens als Mittel zur Untersuchung bestehender Theilungen, durchaus nicht wesentlich voransteht. Dass dasselbe aber auch theoretisch nicht mehr leisten kann, ist leicht einzusehen. Bei beiden Methoden liegt das, hier durch die Entfernung der beiden Anschläge, dort durch die der beiden Mikroskope von einander, definirte Vergleichsintervall an ein und derselben Stelle des Raumes oder des Umfanges des Kreises fest, der Kreis wird gedreht und seine Intervalle dadurch nach und nach mit dem Vergleichsintervalle zur Coincidenz gebracht und verglichen. Dadurch erfährt man also die Differenz des Kreisintervalles gegen das Vergleichsintervall bei einer bestimmt vorgeschriebenen Lage des ersteren; ob aber das soeben verglichene Intervall bei Weiterbewegung des Kreises sich in Folge der Biegung ändert, verlängert oder verkürzt, worauf es doch gerade ankommt, erfährt man direct weder in dem einen noch im anderen Falle. Wollte man sich Kenntniss hierüber verschaffen, so müssten Einrichtungen getroffen werden, das Vergleichsintervall so in beliebige Stellungen zum Kreise bringen zu können, dass ersteres selbst sich dabei nicht oder doch nur in bekannter Weise ändert; dies würde aber wiederum in ungleich einfacherer und

bequemerer Weise durch Aufstellung von Mikroskopen zu erreichen sein. Unseres Erachtens tritt aber die Bedeutung dieser Frage bei einigermaassen kräftig gebauten Kreisen gegenüber den Aenderungen, die durch ungleichmässige Temperatur der einzelnen Theile des Umfanges oder der Speichen hervorgebracht werden können, noch mehr aber gegenüber den unregelmässigen und noch dazu in vielen Fällen veränderlichen Biegungen des aus einzelnen Stücken zusammengesetzten Fernrohres und der Axe so gut wie ganz in den Hintergrund. Solange man sich nicht dazu entschliessen wird, die ganze Construction der Meridianinstrumente so abzuändern, dass sowohl einerseits die ganze Axe, womöglich sammt den Zapfen, andererseits das Fernrohr aus einem Stücke besteht, und ausserdem den Kreisen Dimensionen zu geben, dass sie gegen geringere ungleichmässige Erwärmungen so gut wie unempfindlich werden, dürfte gründliche Beseitigung des aus rein instrumentellen Ursachen herrührenden Theiles der obigen systematischen Differenzen sehr unwahrscheinlich bleiben.

Es möge übrigens nicht unerwähnt bleiben, dass das geschilderte Verfahren noch ein weiteres Bedenken gegen sich hat, das freilich in seinem Einfluss auf die Biegung der Kreise keine sehr grosse Bedeutung haben mag, immerhin aber principiell nicht aus dem Auge gelassen werden darf. Der bei der Untersuchung benutzte Arm kann, wenn er selbst genügende Rigidität besitzen soll, nicht ganz leicht sein und wird wohl auch, falls er nicht gerade senkrecht nach unten oder oben gerichtet ist, theilweise ausbalancirt werden müssen. Er ruht sammt dem Gegengewichte lose auf dem Ringe und belastet dadurch einseitig die Axe. Da er jedenfalls nach der Untersuchung wieder ganz entfernt werden soll, so ist das Instrument während derselben in einem ganz anderen Zustande als während des Gebrauches bei der Beobachtung.

Die Untersuchungen sollen noch weiter fortgeführt und auch auf Unterabtheilungen der 30°-Intervalle erstreckt werden; falls die dabei erhaltenen Resultate befriedigend ausfallen, soll, vermuthlich durch Anbringung eines Reisserwerkes auf dem Arm selbst oder auch der festen Anschlagplatte, eine Neueintheilung des Kreises auf der Axe selbst ausgeführt werden. Es ist zu hoffen, seiner Zeit Mittheilungen hierüber veröffentlicht zu sehen; wir möchten, falls nicht mindestens noch besondere Vorrichtungen getroffen werden, um das Zittern oder Ausweichen des Kreises beim Ziehen der Striche zu verhindern, vorläufig bezweifeln, dass die so hergestellte neue Theilung wesentlich besser ausfallen wird, als die alte. *Ln.*

Galvanische Kette mit circulirender Flüssigkeit.

Von J. Carpentier. *Compt Rend.* ***100.*** *S. 849.*

Die Zusammensetzung ist die des gewöhnlichen Flaschenelementes, jedoch wird das Element durch eine vom Strom selbst hervorgerufene Circulation der Flüssigkeit depolarisirt. Das Princip dieser Circulation besteht darin, dass durch die Auflösung des Zinkes, welches sich im unteren Theile des längeren Schenkels eines Hebers befindet, der mit der Erregungsflüssigkeit gefüllt ist, das specifische Gewicht der letzteren an dieser Stelle wächst, dieselbe demnach zu Boden sinkt und dass infolgedessen neue Flüssigkeit aus dem Reservoir, in welchem das Element sich befindet, nachfliesst. Dieses Princip ist nun in der Weise durchgeführt, dass der eine Schenkel des Hebers durch die cylindrische Kohlenelektrode selbst, in deren Hohlraum als zweite Elektrode ein Zinkstab eingesenkt ist, gebildet wird, während der zweite Schenkel in einer den oberen Theil des Kohlencylinders umhüllenden Glasröhre besteht. Die Verbindung zwischen den beiden Schenkeln wird durch Löcher im oberen Theile des Kohlencylinders hergestellt. Eine grössere Anzahl solcher Elemente kann in einem Reservoir untergebracht werden, falls man durch Kautschuk- oder Glashüllen, die durch Löcher an ihren

oberen und unteren Enden die freie Circulation der Flüssigkeit gestatten, für möglichste Isolirung der einzelnen Elemente gegen einander sorgt. Verf. giebt seinen Elementen solche Dimensionen, dass die Axen der einzelnen einen Abstand von nur 3 cm von einander besitzen, so dass in einem quadratischen Gefäss, dessen Kante 25 cm lang ist, über 50 Elemente Platz finden können. Da jedes derselben eine elektromotorische Kraft von etwa $1^1/_2$ Ampère besitzt, hält Verf. seinen Apparat zur Verwendung bei Glühlicht-Beleuchtung besonders geeignet. *L.*

Bemerkungen zu dem Referate: „Methode und Apparat zur directen Messung der Geschwindigkeit. Von Harlacher, Henneberg und Smrecker. Techn. Bl. 1884. S. 1.“

In einer Bemerkung zu dem obenbezeichneten Referate, S. 99 dieses Jahrganges hatten wir darauf hingewiesen, dass das Princip des Apparates nicht neu sei. Einer unserer Leser hat die Güte gehabt, uns einige historische Notizen mitzutheilen, welche unsere Ansicht bestätigen. Hiernach ist das Princip und die Construction des Apparates zuerst von E. Hunt in *Engl. Pat. Specifications 1859 No. 1730* veröffentlicht worden, wo bereits gezeigt ist, dass dasselbe Princip sich auf unendlich mannigfaltige Art realisiren lasse. Später ist der Apparat sehr häufig auf's Neue erfunden und construirt worden, so z. B. von Royle (*Engl. Pat. Specif. 1877 No. 4781*) und in zwei *Letters to the Editor* im *Engineering* ***20*** S. 314 (1874); in letzterer Construction kam wie bei dem von uns erwähnten Modelle eine Druckfeder zur Verwendung. — Dagegen ist in unserer Bemerkung insofern ein Irrthum untergelaufen, als das auf S. 438 unseres vorigen Jahrganges beschriebene Patent von Campbell und Goolden für älter als das von Harlacher, Henneberg und Smrecker (nicht Imrecker wie a. a. O. irrthümlich gedruckt ist,) gehalten wurde, während dasselbe von letzterem abhängig ist.

Neu erschienene Bücher.

Zeitschrift zur Förderung des physikalischen Unterrichts. Herausgegeben und redigirt vom Physik.-techn. Institut Lisser & Benecke. Zweiter Jahrgang. Heft 1 und 2. Berlin 1885. Preis pro Quartal 3 M.

Von der oben genannten Zeitschrift liegen uns, nachdem im vorigen Jahre bereits drei Hefte erschienen waren, die ersten beiden Hefte des zweiten Jahrganges vor. Wir haben von der Zeitschrift bisher keine Notiz genommen, weil sie uns nur aus dem Geschäftsinteresse der genannten Firma zu entspringen schien. Die Betheiligung seitens der Fachlehrer scheint aber eine so rege geworden zu sein, dass die Zeitschrift, wenn sie sich wie bisher weiter entwickelt, die Bedürfnisse des physikalischen Unterrichts zu fördern geeignet sein dürfte.

Dem Zweck der Zeitschrift gemäss werden hauptsächlich Demonstrationsapparate und Vorlesungsversuche beschrieben, denen sich kleinere Mittheilungen anreihen.

Wir heben aus dem Inhalte der beiden Hefte einiges der Beachtung werthe hervor. Recht brauchbar scheint ein von Prof. Emsmann in Stettin angegebener Universalräderapparat zu sein, der in übersichtlicher Anordnung das Ineinandergreifen verschiedener Räderformen veranschaulicht und für zahlreiche Versuche die Schwungmaschine oder eine besondere Rotationsvorrichtung entbehrlich macht. Prof. Handl in Czernowitz empfiehlt zum Nachweis des Bodendruckgesetzes einen hydrostatischen Blasebalg, bestehend aus einem Kautschuksack zwischen zwei kreisförmigen Messingplatten, von denen die obere, in die ein verticales Glasrohr eingekittet ist, in einem besonderen

Stativ festgeklemmt wird, während die untere auf einer Waagschale aufliegt und den vollen Bodendruck auf dieselbe überträgt. Von demselben Verfasser und von Dr. Krebs in Frankfurt a. M. werden einfach zu construirende Tangentenscalen zur unmittelbaren Ablesung der Stromstärken an Tangentenbussole und Verticalgalvanometer mitgetheilt. Die Herausgeber selbst beschreiben mehrere Apparate, die in ihrer Werkstatt hergestellt sind, darunter eine Demonstrationswaage und ein Schreibtelegraphenmodell, (beide übrigens schon in wesentlich gleicher Form in dem Preisverzeichniss von F. Ernecke in Berlin aufgeführt), die wegen ihrer praktischen Ausführung Erwähnung verdienen. Interessant ist ein Apparat zur Demonstration der ungleichen Ausdehnung fester Körper nach Stöhrer'schem Vorbild, eine Anzahl von Metallstäben in einem drehbaren, verticalen, mit Oel zu füllenden Cylinder so befestigt, dass sie sich frei nach oben ausdehnen können; auf ihren oberen Enden spielt bei der Drehung des Cylinders ein Fühlhebel, der mit einem längeren Zeiger in Verbindung steht und die Ausdehnung der Stäbe auf einer Scale zur Anschauung bringt. Die „Kleinen Mittheilungen" enthalten u. a. praktische Fingerzeige über die Fixirung magnetischer, aus Eisenfeile gebildeter Kraftlinien. *Pr.*

Bericht über die allgemeine Deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens Berlin 1882—83. Herausgegeben von Dr. P. Boerner. 2 Bde. Mit vielen Illustrationen. Breslau 1885. S. Schottlaender. 35 bezw. 40 M.

Nach dem Muster der Berichte über die Londoner Ausstellung von 1876 und über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung von 1879 ist nunmehr auch über die Berliner Hygiene-Ausstellung von 1883, unter dem Protectorate Ihrer Majestät der Kaiserin und unter thätiger Mitwirkung des K. Preuss. Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten, ein Bericht herausgegeben worden, der zum Theil auf officiellen Quellen beruht, zum anderen Theile Originalberichte hervorragender Fachleute enthält. Der erste Band dieses schwierigen und umfangreichen, von Dr. P. Boerner redigirten Werkes liegt uns vor und der zweite soll in einigen Monaten erscheinen. Der grössere Theil des Inhaltes des trefflichen Werkes liegt den Zielen dieser Zeitschrift fern, wir können daher hier nur auf diejenigen Abschnitte eingehen, in welchen wissenschaftliche Apparate behandelt werden; es sind dies die Kapitel, welche sich mit Forschung und Unterricht in Gesundheitslehre und Gesundheitstechnik, sowie mit Untersuchungen im Dienst der Gesundheitspflege und des Rettungswesens beschäftigen.

Zunächst nennen wir die Berichte über die Ausstellung des Kaiserl. Gesundheitsamtes. Diese Behörde hat seit ihrer Begründung besonders zwei Aufgaben in Angriff genommen, einerseits die Bekämpfung der Verfälschung der Nahrungs- und Genussmittel, andererseits die Erforschung und Verhütung der Infectionskrankheiten. Die Hygiene-Ausstellung bot dem Amte eine willkommene Gelegenheit, informatorisch seine während sechs Jahren praktischer Thätigkeit gesammelten Erfahrungen durch Vorführung zweier vollständig eingerichteter Laboratorien, eines für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, und eines zweiten für Untersuchungen über Infectionskrankheiten und Desinfection zu verwerthen und auf diesem Wege den interessirten Kreisen zu zeigen, wie etwa ein Institut beschaffen und ausgerüstet sein müsste, um alle einschlägigen Untersuchungen zu ermöglichen. Die beiden Laboratorien boten ein treues Abbild der betreffenden Räumlichkeiten des Gesundheitsamtes. Der grössere Theil der zu ihrer Ausstattung erforderlichen Apparate war von hervorragenden Verfertigern wissenschaftlicher Instrumente leihweise zur Verfügung gestellt. Das Inventar des Amtes hatte diejenigen Apparate hinzugefügt, die nur auf besondere Bestellung angefertigt worden sind. Alle diese Einrichtungen werden in anregender Weise durch Prof. Dr. Sell und Dr. Löffler einzeln vorgeführt; insbesondere ist der Bericht des letztgenannten Herrn ungemein in-

structiv, indem er stufenweise die Thätigkeit des Laboratoriums für Untersuchung der Infectionskrankheiten entwickelt und die Anwendung der Apparate zeigt. Die letzteren finden eine noch eingehendere Behandlung in dem folgenden Abschnitte, in dem über die Ausrüstungsgegenstände für hygienische Institute, durch Regierungsrath Dr. Wolffhügel, Prof. Dr. Fritsch und Prof. Dr. Gruner berichtet wird.

Hier werden zunächst Thermoregulatoren für Brütapparate, Wasser- und Luftbäder besprochen. Die bekannteren Constructionsprincipien von Kemp, Stricker und Scheibler waren in verschiedenen Formen vertreten. Joh. Greiner in München veranschaulichte in Soxhlet's Regulator zur Erzielung constanter niedriger Temperaturen ein anderes Princip; mit diesem Apparat soll die Temperatur eines Wasserbades unterhalb der Zimmerwärme (bis zu 45° C.) mittels automatisch regulirten Wasserzuflusses auf 0,1° constant erhalten werden, indem das Zufliessen des Kühlwassers durch das Spiel eines Quecksilberregulators bald eingeleitet, bald abgestellt wird. Die Thermostaten von d'Arsonval sind schon früher in dieser Zeitschrift (1881 S. 90 u. 135) besprochen. Analysenwaagen hatten J. F. Luhme & Co., R. Muencke, J. Schober und G. Reimann in Berlin, G. Wanke in Osnabrück und G. Westphal in Celle ausgestellt; am bemerkenswerthesten waren die vorzüglichen Erzeugnisse des zuletzt Genannten, der zudem seinen Waagen durch Einfügung eines drehbaren Gewichtstisches eine werthvolle Vervollständigung gegeben hat. —

Von Apparaten zur Bestimmung des specifischen Gewichtes hatten J. Greiner in München, Ch. F. Geissler Sohn in Berlin und G. Recknagel in Kaiserslautern Pyknometer und Aräometer ausgestellt, während die hydrostatischen Waagen durch G. Westphal in Celle und G. Reimann in Berlin vertreten waren. Greiner zeigte u. a. den Soxhlet'schen Apparat zur Fettbestimmung auf aräometrischem Wege, ferner ein Lactodensimeter zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Milch. Auch das Recknagel'sche Lactodensimeter aus Hartgummi mag nicht vergessen werden; der Referent rühmt seine weitgehende Genauigkeit, leider dürfte aber ein Material wie Hartgummi, dessen Volumen schon durch längeren Druck der warmen Hand geändert werden kann, für Aräometer ganz ungeeignet sein. — Von Apparaten zur Wasseranalyse sei erwähnt der von Ch. F. Geissler angefertigte Apparat zur physikalisch-chemischen Untersuchung des Trinkwassers nach Dr. A. Hiller, ferner die von R. Muencke ausgestellten Hehner-schen Cylinder für die colorimetrische Ammoniakbestimmung. A. Krüss hat auf Vorschlag von C. H. Wolff diese Cylinder mit einer Duboscq'schen optischen Einrichtung versehen; dieses Wolff'sche Colorimeter soll sich nicht allein zur Ammoniakbestimmung im Trinkwasser, sondern auch zur Ermittlung des Werthes der Salicylsäure in Verbandwatte und zu anderen technischen Zwecken, wie zur Bestimmung der entfärbenden Kraft der Knochenkohle, des Werthes von Anilinfarben u. dgl. eignen. Ausser diesem Colorimeter war noch ein derartiges Instrument, ein Colorimeter, das vorwiegend in der Zuckerindustrie Verwendung findet und dessen Einrichtung Stammer vorgeschlagen hat, von F. Schmidt & Haensch ausgestellt. Von denselben Verfertigern war ein Abbe'sches Refractometer, zur Bestimmung der Reinheit von Flüssigkeiten zur Ausstellung gebracht. — Spectralapparate hatten, ausser der letztgenannten Firma, H. Heele in Berlin, A. Krüss in Hamburg und C. Reichert in Wien ausgestellt; dieselben liessen die vielen Vervollkommnungen erkennen, welche die Spectroskopie in den letzten Jahren erfahren hat. — Von Polarisationsinstrumenten sei der Landolt'sche Apparat, ausgestellt von F. Schmidt & Haensch, erwähnt; vgl. über denselben diese Zeitschr. 1883 S. 121. — Azotometrische Apparate zur Bodenanalyse, zur Untersuchung der Grubenwetter, zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft, waren in den mannigfaltigsten Formen und Constructionen ausgestellt, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. — Von den Apparaten zur Bestimmung des Druckes und der Geschwindigkeit der Luft finden an dieser Stelle

des Werkes alle diejenigen eingehende Würdigung, die nicht im meteorologischen Pavillon ausgestellt waren. Hier ist zunächst das Differentialmanometer von Prof. Recknagel zu nennen. Das Instrument besteht aus einer starkwandigen Metalldose von 10 cm Durchmesser, die mittels Fussschrauben und Libelle horizontal gestellt wird; von der Dose geht oben ein Röhrchen aus zur Herstellung der Verbindung mit der Untersuchungsstelle und seitlich ein zweites Röhrchen zur Aufnahme eines in beliebiger Neigung einzustellenden gläsernen Manometerrohres mit Millimetertheilung. Die Dose wird mit Petroleum gefüllt, das der leichtern Ablesung wegen roth gefärbt ist; die leisesten Druckschwankungen, welche auf den Flüssigkeitsspiegel in der Dose einwirken, geben sich durch merkliche Ausschläge im Manometerrohre kund, von dessen grösserer oder geringerer Neigung die Empfindlichkeit des Apparates abhängt. Differentialmanometer waren ferner von C. Stollnreuther & Sohn in München, J. F. Luhme & Co. und S. Elster in Berlin ausgestellt. J. Pintsch in Berlin zeigte den Druck- und Vacuummesser nach Ochwadt, welcher den jeweiligen Druck in Millimetern Wassersäule anzeigt und registrirt, zugleich auch den Maximal-, sowie den Minimaldruck abzulesen gestattet; er beruht auf dem Princip der communicirenden Röhren. Zur Messung der Luftbewegung in Heiz- und Ventilationsanlagen, des Zuges in Gruben u. dgl. kann das Taschenmanometer von Prof. Recknagel dienen, das in seinen wesentlichen Principien mit dem Fuess'schen Moment-Anemometer (vgl. Gewerbeausstellungs-Bericht 1879 S. 228) übereinstimmt. Von demselben Gelehrten war ein für die Zwecke der Deutschen Polarforschung construirtes Schalenkreuz-Anemometer ausgestellt, das sich gut bewährt haben soll; zum Schutz vor Staub, Eisbildung und anderen Witterungseinflüssen sind sowohl die Lager der senkrechten Rotationswelle mittels Umhüllungskapseln geschützt, als auch das Zählwerk und die elektrischen Contacte in der gedachten Weise verdeckt; mittels des Registrirapparates werden je 1000 Umdrehungen des Schalenkreuzes auf einem durch Uhrwerk gleichförmig fortbewegten Papierstreifen aufgezeichnet. Statische Anemometer waren gleichfalls von Recknagel, sowie von Wolpert ausgestellt; beide Instrumente beruhen auf dem Princip, dass eine Metallfeder einen Windflügel mit Radwelle in seiner Bewegung zu hemmen, bezw. der Wirkung des Luftstromes das Gleichgewicht zu halten sucht. — Von Thermometern seien an dieser Stelle erwähnt die von Florenz Müller in Berlin gefertigten verschluckbaren Maximumthermometer, welche Prof. H. Kronecker gemeinsam mit Dr. M. Ph. Meyer zur Bestimmung der Eigenwärme des thierischen Körpers und seiner Organe in die Physiologie eingeführt hat. Dieselben sind kleine Ausflussthermometer mit birnförmigem Glasgefäss und fein ausgezogener Spitze. Solange die Temperatur zunimmt, fliesst Quecksilber aus; durch nachherige Vergleichung mit einem zuverlässigen Thermometer gewöhnlicher Form wird das Maximum der Temperatur ermittelt, welche auf das Instrument eingewirkt hat. Einen Thermographen, welcher die während 12 Stunden in einem grösseren Raume erfolgenden Temperaturschwankungen selbstthätig registrirt, hatte die K. Charité-Direction zu Berlin ausgestellt; derselbe, nach den Angaben der beiden zuletzt genannten Gelehrten vom Mechaniker Pfeil und Photographen Günther construirt, photographirt, nach der in Kew seit Jahrzehnten üblichen Methode den Stand eines Thermometers auf ein lichtempfindliches Papier, das durch ein Uhrwerk vor einem engen Spalt vorbeigeführt wird. Zahlreich waren die Apparate zur Messung der Bodentemperatur vertreten; erwähnt seien die Instrumente von Prof. Gruner in Berlin, J. Greiner in München und Prof. Fodor in Budapest. — Bei der Besprechung der auf der Ausstellung vertreten gewesenen Mikroskope und deren Zubehöre geht Prof. Fritsch von den allgemeinen Gesichtspunkten aus, denen die Technik in den letzten Jahren gefolgt ist, ohne sich jedoch in constructive Details einzulassen. Augenblicklich beherrscht die Erforschung der Mikroorganismen das ganze Gebiet. Dr. Zeiss in Jena, unterstützt durch die bedeutsamen Arbeiten Prof. Abbe's, hat hier die Führung in Bezug auf die Herstellung der für die Bacterienuntersuchung

geeignetsten Mikroskope übernommen. Neben ihm erfreuen sich grosser Anerkennung die Mikroskope von Prof. Hartnack in Potsdam; ausserdem waren hier noch Leitz in Wetzlar, Thate in Berlin und Reichert in Wien in hervorragender Weise vertreten. Abbe'sche Beleuchtungsapparate hatten Zeiss, Leitz und Thate ausgestellt, während Hartnack, Schieck und Schmidt & Haensch in Berlin abweichende Constructionen zeigten. Von mikroskopischen Zeichenapparaten wird der Hartnack'sche Embryograph (nicht Embryoskop, wie der Herr Berichterstatter annimmt, vgl. diese Zeitschr. 1881 S. 284), besprochen. Die Zeichenapparate bieten den naturgemässen Uebergang zu den mikrophotographischen Einrichtungen, von denen der Abbe'sche Apparat erwähnt wird; ihm wird der vom Herrn Berichterstatter construirte und eingehend beschriebene Apparat gegenübergestellt, der in horizontaler wie verticaler Stellung angewendet werden kann und daher den Namen *mikrophotographischer Universal-Apparat* erhalten hat. — Auf die zahlreichen Einrichtungen für Bodenuntersuchungen können wir hier nicht näher eingehen. — Erwähnt sei endlich noch das Christiani'sche Poroskop, ein Apparat zu Untersuchungen über den Luftdurchtritt bei verschiedenen Körpern unter Druck, Untersuchungen, welche für die pflanzliche und animalische Physiologie von Wichtigkeit sind.

Der folgende Abschnitt enthält einen Bericht des Mit-Herausgebers dieser Zeitschrift, Dr. Loewenherz über den meteorologischen Pavillon und die meteorologischen Instrumente. Zunächst wird hervorgehoben, dass die Beziehungen zwischen Hygiene und Meteorologie bisher nicht so innige gewesen seien, wie es die Wichtigkeit des Gegenstandes verdiene. Man hat sich meistentheils damit begnügt, bei der Ableitung der Beziehungen zwischen meteorologischen Erscheinungen und hygienischen Verhältnissen nur die von den Meteorologen veröffentlichten Mittelzahlen zu verwerthen, während vermuthlich die Schwankungen der meteorologischen Elemente hier eine weit grössere Rolle spielen. In diesem Sinne sind die continuirlich fungirenden meteorologischen Registrirapparate geeignet, eine wichtige Rolle zu spielen; man hatte daher den Hygienikern durch eine reiche Anzahl von Apparaten dieser Art Gelegenheit zur Information geboten. Die wichtigsten der hier ausgestellten Apparate haben bereits in dieser Zeitschrift ihre Besprechung gefunden, so der registrirende Regenmesser, der Barograph und Thermograph von Fuess (1883 S. 192), der unter den Modellen der Magdeburger Wetterwarte vertretene Sonnenschein-Autograph (1883 S. 301), der von P. Dörffel ausgestellte Barograph und Thermograph (1884 S. 62). Der nach Angaben des Dr. Fr. C. G. Müller in Brandenburg vom Mechaniker G. Wanke in Osnabrück construirte Barograph, ein zwar complicirter, aber äusserst sinnreich erdachter und vorzüglich ausgeführter Apparat ist bereits in dem *Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner Internationalen Ausstellung 1876 S. 500* eingehend beschrieben worden; derselbe registrirt nicht nur continuirlich den Barometerstand mit ausserordentlicher Empfindlichkeit, sondern macht auch die Veränderungen des Luftdrucks hörbar, indem er bei fallendem und bei steigendem Barometer verschiedene Geräusche ertönen lässt. Ausser den erwähnten drei Registrirapparaten hatte R. Fuess in Berlin noch einen auf Veranlassung von Prof. Börnstein construirten Anemographen zur continuirlichen Registrirung der Windstärke ausgestellt. Der Windstoss wirkt hier auf eine grosse vergoldete Kugel aus dünnem Blech, welche an einer langen dünnen Stange so befestigt ist, dass sie sich nach allen Seiten hin frei bewegen und so allen Windstössen folgen kann. Der Wind veranlasst das Aufheben bezw. Niederlegen der Kugel und hierbei mittels einer eigenthümlichen Aufhängevorrichtung ein Anheben einer zweiten mit der oberen durch einen Bügel verbundenen unteren Stange; letztere reicht zum Registrirapparat hinab und ihr Anheben wird zur Registrirung benutzt. Ein fünfter von Fuess ausgestellter Registrirapparat dient zur Aufzeichnung des Grundwasserstandes. Ein weites, oben und unten offenes eisernes Rohr ist bis unter den tiefsten Grundwasserstand geführt; dasselbe umschliesst einen auf dem Grundwasser

aufliegenden Schwimmer, der an einer langen Stange befestigt ist; letztere trägt in ihrem oberen Theile, der aus dem eisernen Rohre austritt, eine Centimetertheilung, sowie einen fest mit ihr verbundenen Schreibstift, der continuirlich gegen einen auf einem Cylinder aufgelegten Papierstreifen angedrückt wird; der Grundwasserstand wird also registrirt und kann auch mittels der Theilung direct abgelesen werden. — Von meteorologischen Instrumenten für directe Ablesung hatten R. Fuess und G. Polack in Berlin Thermometer und Barometer ausgestellt. Aneroidbarometer von rühmlichst bekannter Vollendung rührten von O. Bohne in Berlin her. — Bemerkenswerthe Neuerungen fanden sich unter den ausgestellten Hygrometern. Fuess zeigte ein von Hottinger in Zürich hergestelltes Saussure'sches Haarhygrometer mit Verbesserungen nach Dr. Koppe. Ein Haarhygrometer von recht compendiöser Form stellte F. Schubert in Meran aus; derselbe benutzt ein geflochtenes Haarband, das mit seinen beiden Enden auf eine horizontale Unterlage gespannt wird; das eine Ende ist unbeweglich eingespannt, während das andere am Mantel eines drehbaren kleinen Halbcylinders befestigt ist, auf dessen Axe ein Zeiger aufsitzt. Von F. Ernecke in Berlin rührten Hygrometer nach Mithoff her, bei welchen das dünne Häutchen eines Gänseeies als hygroskopische Substanz benutzt wird. Endlich ist noch das vom K. Pomologischen Institut zu Proskau ausgestellte Volumenhygrometer nach Dr. Tschaplowitz zu erwähnen; bei diesem wird der Feuchtigkeitsgehalt der Luft derart bestimmt, dass man den in einem bestimmten Luftvolumen enthaltenen Wasserdampf durch Schwefelsäure, Phosphorsäure oder dgl. absorbiren lässt und die Volumenverminderung ermittelt. — Schliesslich sind noch die von R. Fuess in grösserer Anzahl ausgestellten Anemometer, für wissenschaftliche sowohl als auch technische Zwecke zu besprechen. Ausser den im *Bericht über die Berliner Gewerbeausstellung S. 228 und 248* beschriebenen Instrumenten dieser Art waren vier verschiedene Gattungen von Anemometern nach Casella ausgestellt, von denen eine den vom Luftstrom zurückgelegten Weg bis zu 10 000 000 Meter, eine andere bis 10 000 Meter zählt; die kleinste Gattung zählt nur 200 Meter, sie hat ein Flügelrad von nur 36 mm Durchmesser und ist zur Einführung in ganz enge Canäle bestimmt. Auch zwei statische Anemometer hatte Fuess vorgeführt, von denen eins nach Art der Casella'schen eingerichtet war.

Wenn wir im Vorstehenden, an der Hand des officiellen Berichts über die Hygiene-Ausstellung von 1883, eine knappe Schilderung der auf der Ausstellung vertretenen wissenschaftlichen Instrumente gegeben haben, so sind wir uns bewusst, nichts Erschöpfendes zu bieten. Wir wollten einerseits nur unsere Leser auf dies wichtige Werk aufmerksam machen, andererseits aber auch von der durch die Ausstellung documentirten Entwicklungsstufe Kenntniss nehmen. Dass wir dies zur Zeit der Ausstellung nicht gethan haben, ist in dem Charakter unserer Zeitschrift begründet; wir wollten nicht Tagesberichte, von dem glänzenden Aeussern einer Ausstellung beeinflusste Schilderungen geben, sondern von den Resultaten ruhigen Studiums berichten. Diesem Princip werden wir auch bei künftigen Ausstellungen treu bleiben.

Die Ausstattung des Berichtes im Allgemeinen ist eine vortreffliche, jedoch sind die zahlreichen Illustrationen von sehr verschiedener Güte; ein grosser Theil derselben ist von vorzüglicher Ausführung, viele andere lassen dagegen sehr zu wünschen übrig und vernachlässigen namentlich die Details der Construction; bei der Illustration des Zeiss'schen mikrophotographischen Apparates sind z. B. die Einzelheiten so mangelhaft dargestellt, dass die Figur schwer verständlich ist. Bei einem Werke wie das vorliegende sollte aber gerade auf die erläuternden Figuren die grösste Sorgfalt verwendet werden, wie dies z. B. bei dem Gewerbe-Ausstellungsbericht von 1879 geschehen ist. Wenn diese Sorgfalt bei dem vorliegenden Werke vermisst wird, so findet das wohl in dem Bestreben des Herausgebers, die Ausstattung mit möglichst wenigen Kosten zu ermöglichen, seine Erklärung, aber keine genügende Entschuldigung. *W.*

Gezeitentafeln für das Jahr 1886. Herausgegeben vom Hydrogr. Amt der Kaiserl. Admiralität. Mit 14 Blättern in Steindruck, enthaltend Darstellungen der Gezeitenströmungen in der Nordsee, im englischen Canal und der irischen See. Berlin, Mittler & Sohn. M. 1,50.

K. Exner. Bemerkungen über die Lichtgeschwindigkeit im Quarze. Wien, Gerold's Sohn. M. 0,20.

Derselbe. Ueber die durch zahlreiche, unregelmässig vertheilte Körperchen hervorgebrachten Beugungserscheinungen. Ebendaselbst. M. 1,00.

E. Fleischl. Die Deformation der Lichtwellenfläche im magnetischen Felde. Ebendaselbst. M. 0,40.

Th. Häbler. Zur Bestimmung der Intensität des Erdmagnetismus. Inauguraldiss. 31 S. Jena.

R. Pictet. Nouvelles machines frigorifiques basées sur l'emploi de phénomènes physicochimiques. 33 S. m. 1 Tafel. Basel, Georg. M. 1,20.

Th. Schneppendahl. Die Bewegung der Wärme. Hagen, Risel & Co. M. 1,00.

G. Albrecht. Geschichte der Elektricität und ihrer Anwendungen. 270 S. mit 50 Abbildungen. Wien. M. 3,00.

G. Céllerier. Concours national de compensation des chronomètres pour les températures. Méthode de classement, calcul des bulletins et étude numérique de l'erreur secondaire de compensation. Basel, Georg. M. 16,00.

E. de Fodor. Das Glühlicht, sein Wesen und seine Erfordernisse. 260 S. mit 119 Abbildungen. Wien. M. 3,00.

S. Günther. Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie. 2 Bände. F. Enke. Stuttgart, M. 25,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 5. Mai 1885. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Bamberg war durch Unwohlsein verhindert, die versprochenen ausführlichen Mittheilungen über die wichtigen Arbeiten des glastechnischen Instituts in Jena zu geben, sondern musste sich auf einige allgemeine Notizen über die erfreuliche Entwicklung dieses vielversprechenden Instituts beschränken. Statt dieses ausgefallenen Vortrages, der einer späteren Sitzung vorbehalten bleibt, theilt Herr Bamberg kurz einige Untersuchungen mit, die er in Verbindung mit Herrn Sprenger mit dem Cerebotani'schen Entfernungsmesser angestellt hat (vgl. über diesen Apparat diese Zeitschrift 1883, S. 151 u. 1884, S. 331) und die leider ein sehr ungünstiges Resultat ergeben haben. Der Fehler stieg mit der Entfernung beträchtlich und betrug bei Entfernungen von 3 bis 4 km über 40 %.

Zu Preisrichtern für die Ausstellung von Lehrlingsarbeiten wurden gewählt und nahmen die Wahl an die Herren: Haecke, Hanke, Nöhden, Seidel und Thate.

Sitzung vom 19. Mai 1885. Vorsitzender: Herr Fuess.

Die Sitzung fand im Ausstellungsgebäude statt und war der Besichtigung der Ausstellung von Lehrlingsarbeiten gewidmet. Nachdem die Ausstellung der praktischen Arbeiten in Augenschein genommen und besprochen war, wurden unter Leitung des

Herrn Hrabowski die Zeichnungen der Mechaniker-Klasse der Handwerkerschule besichtigt. Herr Hrabowski, der Zeichenlehrer dieser Klasse, erläuterte den bei diesem Unterricht innegehaltenen Lehrplan, wie er nach Vorschlägen der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik von dem Director der Handwerkerschule, Herrn Jessen, festgesetzt worden ist. Der Vortragende konnte seine Ausführungen mit Hinweisen auf die ausgestellten Zeichnungen begleiten. Ein ausführlicher Bericht über diesen Vortrag, sowie über die Ausstellung, wird im nächsten Hefte gebracht werden.

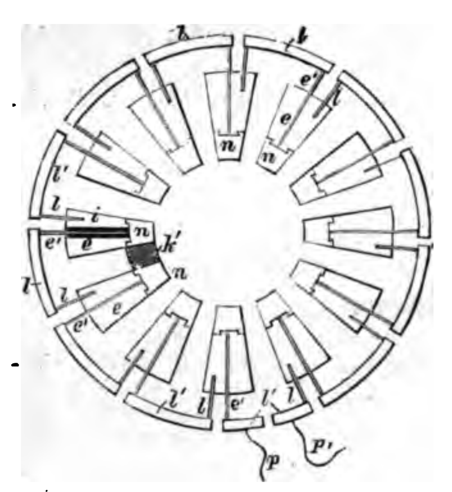
Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an thermoelektrischen Batterien. Von D. Lautensack, A. Kohn und O. Laske in Wien. No. 29772 vom 11. März 1884.

Um der positiven Elektrode e, welche zumeist aus einer sehr spröden Metalllegirung (wie z. B. Antimonlegirung) besteht, mehr Halt zu geben, wird dieselbe mit einem Kern e' aus zähem Metall versehen, welcher von der Elektrode e bei i isolirt, zugleich als negative Elektrode dient. Zur Aufnahme der Wärme dient ein durch Schwalbenschwanznut mit beiden Elektroden e und e' verbundenes Mundstück n aus neutralem, schwer schmelzbarem Metall. Eine Anzahl derartiger Elemente werden im Kreise angeordnet durch Stäbe l und sectorförmige Metallstücke l' zu einem Ganzen verbunden, wobei die Mundstücke n durch Asbestzwischenlagen k' von einander isolirt sind. Mehrere solche Ringe werden, getrennt durch Asbestringe, auf einander geschichtet, und innerhalb des so entstehenden Cylinders ist ein Ofen angeordnet. Das Ganze wird behufs Schutz gegen Berührung und besserer Wärmeausstrahlung mit einem Drahtnetz umgeben. Einer der Metallsectoren l' ist getheilt und es gehen von dessen Theilen die Leitungsdrähte p und p' aus, die beliebig hintereinander oder parallel geschaltet werden können.



Neuerung an Schalträdern. Von A. Kaiser in Freiburg, Schweiz. No. 30460 v. 16. August 1884.

Bei Schalträdern A für stetige Drehungen, Fig. 1, werden Sperrringe C_1 C_2 C_3 angewandt, deren Breite a zu derjenigen b der Lücken der vorspringenden Zähne des gesperrten Rades B möglichst genau passt; die zugehörigen Schaltzähne c sind innerhalb des Sperrringes angebracht. Zur Umwandlung von schwingenden Bewegungen in stetig drehende dienen Schub- und Sperrringe D_1 D_2 und D_3 D_2, Fig. 2, deren Breite zu derjenigen der Lücken der vorspringenden abgeschrägten Zähne z des in stetige Drehung zu versetzenden Rades B möglichst genau passt, und deren Enden D_1 und D_3 entsprechend den schrägen Flächen der Zähne abgeflacht sind.

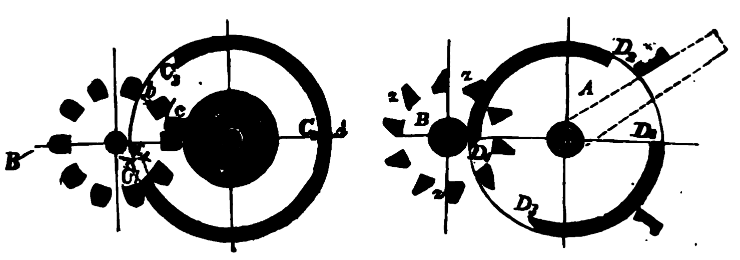
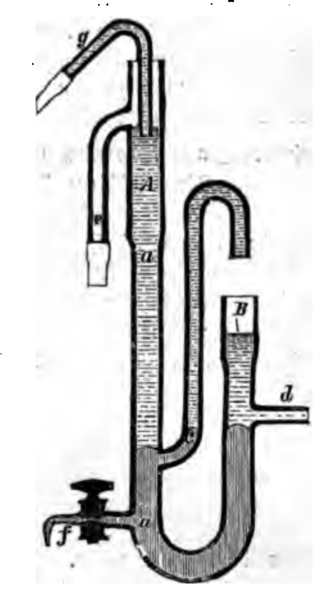


Fig. 1. Fig. 2.

Verstellbare Reliefkarte zur Veranschaulichung des Luftdrucks. Von C. Beck und W. Lumpp in Stuttgart. No. 30180 vom 5. Juli 1884.

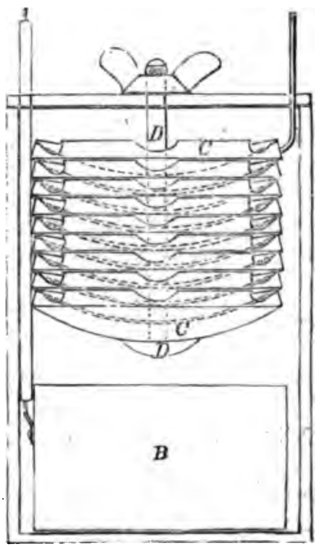
Die verstellbare Luftdruckreliefkarte besteht aus einer Grundplatte mit Schrauben und einer zur Grundplatte parallelen elastischen Membran, auf der die in Betracht kommenden meteorologischen Stationen in ihrer geographischen Lage dargestellt sind. Diese Stationen sind mit den Enden der Schrauben so verbunden, dass bei der Bewegung der Schrauben der betreffende Theil der Membran nur in der Längsrichtung der letzteren mitgenommen wird. Je nach dem Luftdruck der Station werden die Schrauben mehr oder weniger verstellt.

Wasserstandsregulator für Wasserbäder. Von G. Merling in Marburg. No. 29305 vom 5. Februar 1884.



Man giesst in *B* so viel Quecksilber, dass dasselbe etwa 1 cm über der Mündung von *c* in *a a* steht, und lässt in *A* mittels eines an einem Gummischlauch befestigten hakenförmig gebogenen Glasröhrchens *g* einen dünnen continuirlichen Strahl Wasser fliessen. Das ebenfalls mit Schlauch versehene Rohr *e* dient zum Abfluss des überschüssigen Wassers. Nachdem der Wasserbadkessel bis zu beliebiger Höhe mit Wasser gefüllt ist, dessen Stand sich in dem mit dem Kessel durch Gummischlauch und Rohr *d* communicirenden Gefäss *B* zu erkennen giebt, lässt man durch vorsichtiges Oeffnen des Hahnes *f* so viel Quecksilber ausfliessen, bis Wasser durch *c* in *B* zu tropfen beginnt. Das Quecksilber steht also im rechten Schenkel des Gefässes *a a* unter dem Druck des Wasserstandes im Bade und schliesst im linken Schenkel die Oeffnung des Zuflussrohres *c* mehr oder weniger ab. Sinkt der Wasserspiegel im Bade, so wird die Zuflussöffnung vergrössert und der Wasserzufluss stärker und umgekehrt. Es tropft daher gerade in dem Maasse, als das Wasser des Kessels verdampft, neues durch *c* hinzu. Bei sehr raschem Verdampfen des Wassers sinkt das ursprüngliche Niveau um etwa 1 bis 1,5 cm, hält sich aber dann völlig constant.

Galvanisches über einander gesetztes Schalen-Element. Von G. Wernecke in Frankfurt a. M. No. 29899 vom 22. März 1884.



Der Construction dieses Elementes liegt der Zweck zu Grunde, in einem geringen Raum eine möglichst grosse Zinkoberfläche zu erhalten, um die elektromotorische Kraft des Elementes zu erhöhen und ferner die Unterhaltungskosten dadurch herabzumindern, dass das im Element angewandte Zinkquantum vollständig aufgebraucht wird.

Zur Erreichung dieses Zweckes ist der über dem Kupferpol *B* angeordnete Zinkpol aus einzelnen über den senkrechten Messingbolzen *D* geschobenen Zinkschalen *C* gebildet, welche behufs besseren Angriffs der erregenden Flüssigkeit auf ihrer oberen Fläche mit radialen Rinnen versehen sind. Die Zinkschalen *C* werden von unten her zersetzt und es lassen sich die zersetzten Schalen durch Nachschieben neuer über den Bolzen *D* ersetzen, ohne dass das Element ausser Thätigkeit tritt.

Zeichen-Instrument. Von M. Körner in Pieschen bei Dresden. No. 30547 vom 25. Juni 1884.

Zwei mit Maassscale versehene, rechtwinklig sich kreuzende Lineale werden durch zwei Paar Parallelführungen bewegt und sollen, am Zeichenbrett angebracht, zum Ersatz für Reissschiene, Dreieck, Maassstab und Transporteur dienen. (P. B. 1885. No. 12.)

Neuerungen an Instrumenten zur Messung von Kräften, insbesondere elektrischer. Von W. E. Ayrton und J. Perry in London. No. 30134 vom 11. Decbr. 1883.
Vergl. das Referat S. 128 dieses Jahrganges. (1885. No. 14.)

Schraubstock. Von R. Wolff in Giessen. No. 30270 vom 2. März 1884.
Bei diesem Parallelschraubstock kann das Werkstück nicht allein oberhalb der Spannschraube, sondern vermöge der rings um die Spannschraube herum erweiterten Spannbacken auch auf allen übrigen Seiten derselben eingespannt werden. (1885. No. 16.)

Contact-Thermometer. Von Ferdinand Knade in Breslau. No. 31028 vom 11. Sept. 1884.
Durch das obere Ende eines Quecksilber-Thermometers sind zwei isolirte Platindrähte eingeführt, durch welche, sobald ihre Spitzen vom Quecksilber erreicht werden, Stromschluss bewirkt wird. Der Contact kann mittels einer Zahnstange und eines Triebes verstellt werden. Es ist also nicht, wie gewöhnlich, ein Platindraht beständig im Quecksilber. (1885. No. 17.)

Neuerungen in Apparaten und Methoden zur Registrirung und Integrirung elektrischer Ströme. Von Sir William Thomson in Glasgow. No. 30726 vom 29. März 1884.
Ein röhrenförmiger Glas- oder Metallstift bleibt von einer Null-Linie um Strecken entfernt, welche der Stromstärke einfach proportional sind und schreibt dabei auf einem durch ein Uhrwerk langsam fortbewegten Papierstreifen. Auf dem Papierstreifen ruht mit seinem Rande ein Integrirrädchen. Dasselbe wird durch den Strom mittels einer von einem beweglichen Magneten beeinflussten Lagerung mit einer der Stromstärke proportionalen Geschwindigkeit gedreht. (1885. No. 19.)

Für die Werkstatt.

Glasflächen-Versilberung. Techniker 7. S. 66.
Die gut gereinigte Glasfläche wird mit einer Lösung von salpetersaurem Silber und Weinstein übergossen. Durch die Einwirkung des letzteren erfolgt die Zersetzung des Silbersatzes; nach etwa 20 Minuten beginnt der Silberniederschlag, der nach Verlauf einer Stunde vollendet ist; hierauf wird mit destillirtem Wasser abgewaschen und eine Lösung aus Doppelquecksilbercyanid und kohlensaurem Kali übergespritzt, wodurch ein Festhaften des Silberamalgam entsteht. Die überschüssige Flüssigkeit lässt man abtropfen, spült mit Wasser nach und trocknet behutsam ab; schliesslich wird die Fläche mit einem Firniss überzogen.
Wr.

Ein neues Metall. Deutsche Industrie-Zeitung. *25.* S. 478.
In den Schlackenbänken längs des Lehigh Valley hat ein New-Yorker Gelehrter bei Gelegenheit von Versuchen, in denen diese Masse benutzt wurde, ein Metall entdeckt, welches seiner Eigenschaften wegen berufen zu sein scheint, das Nickel im allgemeinen Verbrauch zu verdrängen. Bei Untersuchung des bei dem Process in Anwendung gekommenen Schmelztiegels fand er, dass aus den Schlacken ein allem Anschein nach werthvolles Metall ausgeschieden war. Dasselbe ist silberweiss, von feiner, glatter Textur und geeignet, einen hohen Glanz anzunehmen, der durch äussere Einflüsse nicht zerstört werden kann. Die so gefundene Probe war hämmerbar, biegsam und äusserst zähe.
Wir geben diese Notiz vorläufig mit aller Reserve. *Wr.*

Politur für Bronze, Messing und Silber. Techniker 7. S. 57.
Es werden $12\frac{1}{2}$ Gramm Cocosnussseife mit hinreichend Wasser an gelindem Feuer erwärmt und zu der teigigen Masse eine Mischung aus $1\frac{1}{4}$ g Tripel und $\frac{1}{4}$ g kohlensaures Ammoniak zugesetzt. Die Politur muss in mit Pergamentpapier verschlossenen Steinkrügen aufbewahrt werden. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. **Leman** und Dr. A. **Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **Juli 1885.** Siebentes Heft.

Seismologische Mittheilungen.

Von

W. Werner, Assistent am K. Geodätischen Institut in Berlin.

Bis vor nicht langer Zeit bestanden die Leistungen auf dem Gebiete des Studiums der Erdbebenerscheinungen hauptsächlich darin, die stattgehabten Erschütterungen mit allen begleitenden Nebenumständen möglichst ausführlich zu beschreiben. Dass beim Vergleich dieser Berichte mancherlei Widersprüche, welche allgemeine Schlussfolgerungen sehr erschwerten, zu Tage traten, liegt allerdings in der Natur der Sache. Hiermit soll nun keineswegs gesagt sein, dass derartige Beschreibungen werthlos sind, im Gegentheil liefern dieselben kritisch geordnet und discutirt dem späteren Beobachter Fingerzeige, worauf derselbe seine Aufmerksamkeit besonders zu richten hat. Für wissenschaftliche Untersuchungen reichen derartige Aufzeichnungen nicht aus, hierzu sind systematische Beobachtungen mittels Seismographen erforderlich, deren Ergebnisse dazu dienen, unsere Kenntnisse über Entstehung und Verbreitung von Erdbeben zu fördern, und deren praktischer Endzweck darin besteht, die einem Erdbeben vorausgehenden Erscheinungen zu ermitteln. Wenn dies gelingen sollte, und schwache Anzeichen hierfür scheinen vorzuliegen, dann hat die Wissenschaft auch nach dieser Richtung ihren realen Zweck, die Wohlfahrt der Menschheit zu fördern, erfüllt. Die instrumentelle Beobachtung der Erdbeben hat während der letzten Jahre in Europa nur mässige Fortschritte gemacht. Wohl in Folge der heftigen Erdbeben, welche in letzter Zeit in verschiedenen Erdtheilen so viel Unheil angerichtet haben, regt sich jedoch in den betheiligten Kreisen das Streben, diesem Gebiete eine grössere Sorgfalt zuzuwenden. So ist in Amerika unter Leitung der *Geological Survey* eine Commission zusammengetreten, nach deren vorläufigen Beschlüssen drei Gattungen von Beobachtungen geplant sind: erstens Beobachtungen mittels selbstregistrirender Seismographen von erprobter Construction; zweitens Beobachtungen der Eintrittszeit des Stosses mit Hilfe empfindlicher Seismoskope und drittens nicht instrumentelle Beobachtungen allgemeinen Charakters. Werden diese Beobachtungsstationen über das ganze Land vertheilt und nehmen die Beobachter der Staatsinstitute, als Sternwarten u. s. w., sowie diejenigen der Meteorologischen Stationen daran Theil, so kann das nöthige Material zusammengebracht werden, um zu untersuchen, welche Beziehungen zwischen einer Erschütterung einerseits und meteorologischen und magnetischen Erscheinungen andererseits bestehen.

Naturgemäss herrschten auch auf diesem Gebiete noch viele Unklarheiten bezüglich des eigentlichen Wesens der Erscheinung sowohl als auch hinsichtlich der Zweckmässigkeit und Brauchbarkeit der zu ihrer Beobachtung vorgeschlagenen Mittel; es muss deshalb das kürzliche Erscheinen eines orientirenden und umfassenden Werkes über diesen Gegenstand von Prof. Ewing,[1]) dem derzeitigen Leiter des Seismologischen Observatoriums in Tokio, als sehr zeitgemäss begrüsst werden.

---

[1]) Memoirs of the Science Department, University of Tokio. No. 9. Earthquake Measurement by J. A. Ewing. Tokio 1883. 4°. 92 Seiten Text und 53 Zeichnungen und Diagramme auf XXIII Tafeln.

Die Erdbeben treten in Japan in einer Häufigkeit auf — im Durchschnitt 10 bis 12 im Jahr, von denen jedes verschiedene Secunden dauert — dass, wenn diesen Erscheinungen die erforderliche Sorgfalt gewidmet wird, von dort her der Entwicklung des instrumentellen Theils der Seismologie ein grosser Vorschub geleistet werden kann. Die Original-Beschreibungen der von Ewing angeführten Instrumente finden sich zum grössten Theile in den *Transactions of the Seismological Society of Japan*, von denen bei Ausgabe des Werkes bereits fünf Bände erschienen waren. In erster Linie sind die am Observatorium in Tokio benutzten Instrumente und Methoden ausgeführt; jedoch sind der Vollständigkeit wegen eine Anzahl Constructionen anderer Autoren dem Werke eingereiht.

Jede plötzliche mechanische Störung im Innern oder an der Oberfläche der Erde verursacht in der Erdkruste elastische Schwingungen, welche sich nach aussen in Form von Compressions- und Torsionswellen verbreiten. Diese Bewegungen bewirken ein Erdbeben. Im Allgemeinen wird diese Bezeichnung nur jenen Bewegungen beigelegt, die sich über eine beträchtliche Fläche ausdehnen, deren unmittelbare Ursachen rein tellurische sind, wenn uns auch die Kenntniss derselben noch mangelt. Von diesen plötzlichen Bewegungen sind jene mehr periodisch wiederkehrenden Störungen in der Erdkruste zu unterscheiden, welche eine Folge der mit der Entfernung veränderlichen Attraction von Sonne und Mond sind, Störungen, die nach den von den Gebrüdern Darwin angestellten Versuchen sicher vorhanden sind, wenn es auch schwer hält, diese Einflüsse direct nachzuweisen, da die hierdurch bewirkten Bewegungen durch andere mehr unregelmässige Bewegungen derselben Grösse oder von grösserem Betrage verdeckt werden. Einen indirecten Beweis dafür, dass die Stellung von Sonne und Mond zur Erde einen Einfluss auf die Häufigkeit der Erdbeben ausübt, hat Julius Schmidt[1]) aus dem Vergleiche einer beträchtlichen Anzahl von Erdbeben rechnungsmässig beigebracht. Wenn die Resultate dieser Vergleichung auch nur mit aller Reserve gegeben werden, so sind die Beziehungen zwischen Erdbeben einerseits und Stellung der Himmelskörper, sowie meteorologischen und elektrischen Erscheinungen andererseits, doch sicher zu erkennen.

Im Folgenden soll aus Ewings Arbeit das Wichtigste in Bezug auf Methoden und angewandte Instrumente, jedoch von etwas anderem Gesichtspunkte aus mitgetheilt werden.

Zunächst findet sich darin die gedrängte Wiedergabe einer Abhandlung von Hopkins,[2]) in welcher die Wellentheorie in elastischen festen Körpern auf terrestrische Störungen angewendet ist. Die theoretischen Untersuchungen über das Fortschreiten der Wellen sind durchgeführt unter bestimmten Annahmen über die physikalische Beschaffenheit der zu durchsetzenden Medien, Annahmen, welche in Folge der wirklichen Beschaffenheit der Erdkruste nur angenähert zutreffen. Jede Störungswelle erleidet auf ihrem Wege in Folge der zahlreichen Reflectionen, Refractionen u. s. w. merkliche Modificationen, so dass, einen einzigen Impuls von einem Punkte ausgehend vorausgesetzt, im Allgemeinen eine grosse Anzahl sowohl Compressions- als Torsionswellen den vom Ausgangspunkt entfernten Beobachtungsort auf den verschiedensten Wegen erreichen können. Aus diesem Grunde braucht die Richtung des wichtigsten Normalstosses nicht mit der Verbindungslinie beider Orte zusammenzufallen. Wenn nun die Störung nicht von einem einzigen, sondern von einer ganzen Reihe von Punkten ausgeht, so ist einleuchtend, dass die am Beobachtungsorte auftretenden Bewegungen sehr complicirter Natur sein können. Der praktische Theil der Seismologie besteht nun darin, den Charakter der Bewegungen, welche ein Erdbeben ausmachen, so genau als möglich durch Beobachtungen zu bestimmen, wozu erforderlich ist, die schwingende Verschiebung eines Theilchens der Erdoberfläche während der ganzen Dauer der Erschütterung, der Grösse

[1]) Studien über Erdbeben von Dr. Julius Schmidt.

[2]) British Association. Report for 1887.

und Richtung nach, zu beobachten, unter Berücksichtigung der Zeit für die einzelnen Schwingungen. Wird diese Displacirung in jedem Moment längs dreier zu einander rechtwinkligen Axen beobachtet, so kann man hieraus und den entsprechenden Zeitangaben die Richtung der Bewegung, die Geschwindigkeit und das Maass für die Beschleunigung der Fortpflanzung an dem Beobachtungsorte herleiten. Aus dem Vergleich der auf diese Weise an verschiedenen Orten erhaltenen Daten kann man auf die Geschwindigkeit und Richtung der Erdbebenwelle schliessen.

Ein sehr interessanter Abschnitt der erwähnten Ewing'schen Abhandlung ist derjenige, in welchem von einer Reihe beobachteter Erdbeben die Bewegungsdiagramme, auf photographischem Wege von den Glasplatten erhalten, mitgetheilt und das Charakteristische über den Verlauf der Erschütterung beigefügt ist. Ein besonders heftiges Erdbeben war das am 8. März 1881. In der nebenstehenden Figur 1 ist die Bahn eines Theilchens während einer Zeitdauer von drei Secunden in fünfmaliger Vergrösserung dargestellt, hergeleitet aus den direct verzeichneten zwei Horizontalcomponenten. Die in der Richtung des Pfeiles beschriebene Bahn beginnt bei a und endet nach drei Secunden in b.

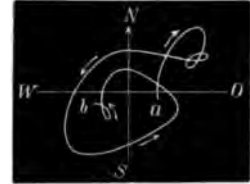


Fig. 1.

Die allgemeinen Schlüsse, welche man aus den während einer Zeitdauer von $2^1/_2$ Jahren in Tokio beobachteten und verzeichneten Erdbeben abgeleitet hat, dürften ein weiteres Interesse bieten, wenn auch hierbei die Lage des Beobachtungsortes, namentlich in geologischer Hinsicht, eine gewichtige Rolle spielt, weshalb wir dieselben hier im Auszug wiedergeben wollen:

1) Fast in jedem beobachteten Falle beginnt die Bewegung des Bodens ganz allmälig und es verstreichen bis zum Maximum derselben mindestens einige Secunden. Aus diesem Grunde ist es unmöglich, mittels mechanischer oder elektrischer Auslösung, welche durch die Erschütterung selbst bewirkt wird, die Zeit des Beginns der Erschütterung mit Sicherheit zu bestimmen, denn die auf diese Weise angegebene Zeit ist immer abhängig von der Empfindlichkeit der angewandten Apparate.

2) Ein Erdbeben besteht aus einer Anzahl aufeinanderfolgender Bewegungen, von denen fast nie eine einzige die übrigen bedeutend überragt.

3) Die Störung endet noch allmäliger als sie beginnt. Die Bewegung des Bodens erstirbt in einer langen Reihe Undulationen von unregelmässig abnehmender Amplitude.

4) Die Geschwindigkeit, Periode und Richtung der Bewegung sind ausserordentlich und unregelmässig variabel während der Dauer eines Erdbebens.

5) In vielen Fällen besteht der Beginn einer sichtbaren Bewegung in einem Zittern kurz periodischer Wellen von geringer Amplitude, gefolgt von den Hauptbewegungen.

Die übrigen Angaben beziehen sich auf Grössen, welche mehr von localen Einflüssen abhängig sind.

Manche Constructionen der früheren Seismometer sind ausgeführt unter einer falschen Auffassung des Charakters der Erdbebenbewegung. Denselben liegt die Annahme zu Grunde, dass ein Erdbeben im Wesentlichen aus einem einzigen kräftigen Impulse besteht, der leicht von den begleitenden relativ viel schwächeren Nebenstössen unterschieden werden kann. Die mittels eines Seismographen automatisch verzeichneten Bewegungen bestätigen hingegen die auch aus theoretischen Betrachtungen einleuchtenden Mannigfaltigkeiten, welche bei Erdbebenbewegungen auftreten können. In einzelnen Fällen sind an 300 aufeinander folgende Schwingungen, unregelmässig in Periode und Amplitude, verzeichnet worden.

Aus diesen Betrachtungen leuchtet auch sofort ein, dass nur die continuirlich wirkenden selbstregistrirenden Seismographen den wirklichen Verlauf einer Erdbebenbewegung darzustellen im Stande sind.

Die zum Messen der Bewegung eines Theilchens der Erdoberfläche während des Erdbebens construirten Instrumente streben alle, mit wenigen Ausnahmen danach, einen Fixpunkt zu schaffen, der während der Störung in Ruhe verbleibt und gegen welchen die eintretenden Verschiebungen gemessen werden. In aller Strenge wird keiner der in Anwendung gekommenen Apparate dieser Bedingung für eine längere Störungsdauer genügen können, es ist dies aber auch nicht einmal nöthig und wie sich zeigen wird, auch gar nicht erwünscht, weil in diesem Falle zufällige äussere Einwirkungen die Resultate leicht ganz und gar entstellen können. Es kommt vielmehr nur darauf an, einen Referenzpunkt herzustellen, dessen eigene Bewegungen derart regelmässig verlaufen, dass sie mit Leichtigkeit aus den Messungsresultaten eliminirt werden können. Ein solcher Fixpunkt wird erhalten, indem man eine Masse gegen eine mit der Erdoberfläche fest verbundene Axe so lagert, dass diese Masse in Bezug auf Veränderungen der Stützaxe sich nahezu indifferent verhält. Erfolgt sodann eine Erschütterung des Bodens in der Richtung, in der die Masse sich frei bewegen kann, so nimmt zwar die Stützaxe an der Bodenbewegung Theil, das Percussionscentrum der gestützen Masse verbleibt jedoch angenähert in Ruhe und bildet so einen Referenzpunkt, in Bezug auf welchen die Bewegungen des Bodens verzeichnet werden können. Das Charakteristische jedes Seismometers ist die Art und Weise, wie die schwere Masse gestützt ist und wie der hemmende Einfluss der bei der Bewegung erzeugten Reibung auf das geringste Maass beschränkt wird. Eine Zerlegung der ganzen Erdbewegung in verschiedene Componenten wird schon durch das Problem gefordert; diejenigen Apparate, welche die horizontale Bewegung angeben sollen, werden wesentlich anders construirt sein müssen und auf anderen Principien beruhen als diejenigen, welche Bewegungen in verticaler Richtung messen sollen; erstere bedürfen eigentlich keiner Theile, welche im Sinne der Schwerkraft beweglich sind, letztere müssen gerade solche besitzen. Aber auch für die Instrumente erster Art bietet eine nochmalige Zerlegung der horizontalen Componente in zwei rechtwinklig zu einander gerichtete, wenn dieselbe auch nicht gerade durchaus erforderlich ist, mancherlei Vortheile, allerdings auch wieder gewisse Nachtheile, wie aus dem Folgenden deutlich hervorgehen wird. Wir werden nach einander die Apparate für Horizontalbewegung zunächst in nur einer Richtung, dann die für Aufzeichnung in beliebiger Richtung und schliesslich die Verticalseismometer besprechen.

Die einfachste und auch vielfach zur praktischen Anwendung gekommene Vorrichtung ersterer Art bildet das gewöhnliche ruhende Pendel, welches Schwingungen nur in einer Ebene ausführen kann. Die relativ zur bewegten Stützaxe, der Pendelaxe, in Ruhe bleibende Masse ist die Pendellinse; verbindet man mit dieser oder auch irgend einem beliebigen Punkte der Pendelstange einen Schreibstift, der auf einen gleichmässig entweder in der Richtung der Schwerkraft oder senkrecht dazu parallel der Pendelaxe bewegten Papierstreifen, welcher der Quere nach gegen die Stützaxe unveränderlich bleibt, zeichnet, so wird, so lange die Axe in Ruhe bleibt, der Stift eine gerade Linie beschreiben; bei jeder momentanen Verschiebung der Stützaxe senkrecht zu ihrer Richtung aber wird der Schreibstift eine Abweichung von der Geraden markiren, deren Richtung entgegengesetzt der Bewegung der Axe und deren Grösse proportional der Verschiebung der Axe ist und zwar im Verhältniss der Entfernung des Schreibstiftes zu der des Pendelgewichtes von der Axe. Der Uebelstand, der diesem einfachsten Seismographen, der übrigens, wie sich zeigen wird, trotzdem den Urtypus aller Apparate dieser Art bildet, anhaftet, besteht darin, dass, nachdem der Stoss erfolgt ist, das Pendel selbst zu oscilliren beginnt und dessen periodische Schwingungen sich daher mit den Devia-

tionen des Schreibstiftes in Folge nachfolgender Erschütterungen vermischen. Dieser Uebelstand lässt sich aber dadurch unschädlich machen, dass man das Pendel so lang macht, dass seine Eigenschwingungen sehr langsam sind im Verhältniss zur Zeitdauer der einzelnen Stösse. In diesem Falle werden die Aufzeichnungen bestehen aus einer langgezogenen Sinuscurve, hervorgerufen durch die Registrirung der Eigenschwingungen, deren Amplitude von Stoss zu Stoss natürlich wechseln muss, welcher die kurzwellig verlaufenden Markirungen der Stösse selbst superponirt erscheinen, wie dies Figur 2 etwa veranschaulicht. Ist die Schwingungsdauer des Pendels so gross, dass die Gestalt der Sinuscurve aus den während der Ruhepausen zwischen je zwei Stössen verzeichneten Bruchstücken *a b, c d, e f* mit genügender Sicherheit erkannt werden kann, so wird man daraus die Grösse der reinen Stossoscillationen mit aller Schärfe bestimmen können. Die Aufgabe besteht also lediglich darin, Pendel von verhältnissmässig sehr grosser Schwingungsdauer herzustellen. Wollte man bei dem einfachen Pendel verbleiben, so hätte man hierzu zwei Mittel, wovon das eine, directe Verlängerung der Pendelstange, wie oben erwähnt, vielfach praktisch zur Anwendung gekommen ist, und eigentlich nichts weiter gegen sich hat, als die unbequeme Form des Apparates und die Unmöglichkeit, denselben in jedem beliebigen Raume aufstellen zu können. Bringt man den registrirenden Schreibstift direct im Schwerpunkte der Pendellinse oder vielmehr streng genommen im Percussionscentrum, dessen Entfernung von der Schwingungsaxe durch Division des statischen Momentes in das Trägheitsmoment des ganzen Pendels in Bezug auf dieselbe Axe erhalten wird, an, so werden die Aufzeichnungen die Bewegung der Stützaxe in genau natürlicher Grösse darstellen. Da diese Bewegungen aber erfahrungsmässig immer nur sehr klein sind, so muss für eine angemessene, vier- bis achtmalige Vergrösserung derselben Sorge getragen werden. Da man nun den Schreibstift nicht gut in einer so grossen Entfernung von der Schwingungsaxe an der verlängerten Pendelstange direct anbringen kann, weil dadurch die ohnehin schon so grosse Höhe des Apparates noch vervielfältigt werden müsste, so pflegt man den Schreibstift nicht am Pendel direct anzubringen, sondern an einem vergrössernden Hebel, welcher von einem beliebigen Punkte des eigentlichen Pendels aus in Bewegung gesetzt wird. Naturgemäss vergrössert dieser auch den Reibungswiderstand des Stiftes auf seiner Unterlage in entsprechendem Verhältniss. Dazu kommen noch die Widerstände an den Drehpunkten. Eine Hauptbedingung ist demnach die, dass die bei jedem Ausschlag des Pendels entstehende Horizontalcomponente des statischen Momentes gross genug sein muss, um diese hemmenden Einflüsse überwinden zu können. Bei der beschriebenen Einrichtung ist diese Bedingung leicht durch blosse Vergrösserung des Gewichtes der Pendellinse zu erfüllen.



Fig. 2.

Das zweite Mittel, das einfache Pendel zur Ausführung sehr langsamer Schwingungen zu zwingen, würde darin bestehen, die ganze Masse desselben wie beim Waagebalken derart dicht um die Schwingungsaxe zu gruppiren, dass das statische Moment desselben sehr klein und damit das Verhältniss des Trägheits- zum statischen Momente sehr gross wird. Dass eine solche Massenvertheilung indess für den vorliegenden Zweck sehr ungünstig sein würde, liegt auf der Hand. Das statische Moment des Pendels ist selbst sehr klein, also auch dessen horizontale Componente, weil ja der Schwerpunkt der Masse sehr nahe am Drehpunkt liegt und demnach selbst bei grösserer Entfernung des weit von der Drehaxe befindlichen Schwingungspunktes aus der Ruhelage, nur immer einen sehr kurzen Hebelarm erhält. Die Folge davon würde sein, dass selbst schon geringere Reibungswiderstände genügen würden, um jede Bewegung zu hindern oder doch die Aufzeichnungen in unzulässiger Weise zu beeinträchtigen.

Gelingt es nun auch nicht, auf diese Art die grosse Länge des Pendels zu beseitigen, so giebt es doch in der Anwendung geeigneter Hebelverbindungen bei der Aufhängung des Gewichtes ein bequemes Mittel zur Erreichung dieses Zweckes. Geeignet hierfür sind von allen unter dem Namen der Geradführungen bekannten Lenksystemen diejenigen, bei welchen die innerhalb bestimmter Grenzen näherungsweise als Gerade benutzte Curve keinen Wendepunkt enthält, d. h. die sogenannten symmetrischen, die zwar die Minderzahl bilden, immerhin aber noch genügende Auswahl gestatten. Eine davon ist die bekannte Tchebicheff'sche Geradführung, die in passender Anwendung für den vorliegenden Zweck in Fig. 3 dargestellt ist. In derselben sind AA zwei in einer horizontalen Ebene in der Entfernung a von einander gelegene Stützaxen, von denen die Fäden oder leicht biegsamen Drähte BB ausgehen, deren Enden kreuzweis mit den Enden der starren Stange C, welche in ihrer Mitte c das Pendelgewicht G trägt, verbunden sind. Je zwei an einem Ende von C befestigte Drähte laufen nach oben breit auseinander, um Schwankungen in seitlicher Richtung, sowie Drehungen um die Verticalaxe zu verhüten. Sind die Verhältnisse so gewählt, dass die Entfernung cD der Stange C von der durch AA gelegten Ebene, gleich der Entfernung a der Stützaxen AA von einander, und die Länge von C gleich $\frac{1}{2}a$ ist, so wird der Punkt c sich innerhalb gewisser Grenzen sehr nahe in einer horizontalen Geraden bewegen, d. h. das Gewicht G vollkommen astatisch aufgehängt sein und somit bei einer Verschiebung in Ruhe bleiben und gar keine Schwingungen ausführen. Macht man dagegen cD etwas grösser als a oder legt man den Schwerpunkt der Stange C incl. Gewicht G etwas tiefer als die Verbindungslinie der Angriffspunkte der Drähte BB an C, so bewegt sich c auf einem Bogen von sehr grossem Radius und wird also Schwingungen machen, wie ein Pendel von sehr grosser Länge, auch hat man es in der Hand, dem System den gewünschten Grad von Stabilität, der zur Ueberwindung der Reibungswiderstände erfordert wird, zu geben. Wählt man sodann eine möglichst schwere Masse von relativ geringen Dimensionen, so kann man dem System eine grössere Beständigkeit während der Erschütterung verleihen. Der Hebel l, welcher die Masse gabelförmig umschliesst und im Schwerpunkt derselben gestützt ist, verzeichnet auf einer rotirenden Platte oder einem bewegten Papierstreifen die Erschütterungen des Systems. Hierbei ist zu bemerken, dass die so aufgezeichneten Bewegungen etwas grösser sind als die wirklichen, da bei einer horizontalen Verschiebung in der Richtung der Stange das Gewicht eine Drehung erfährt, so dass sein Schwerpunkt eine kleine Verschiebung in derselben Richtung wie die Stange selbst erleidet. Der entsprechende Reductionsfactor ist aus den Verhältnissen der Dimensionen des Instrumentes zu ermitteln. Dass man durch Hebelübertragung die zu verzeichnenden Bewegungen beliebig vergrössern kann, braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden.

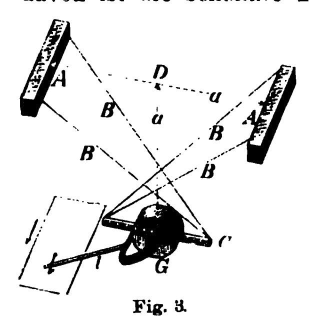


Fig. 3.

Bei Anwendung der Aufhängung mittels genäherter Geradführung muss in Folge der grösseren Anzahl der gegeneinander beweglichen Glieder eine grosse Sorgfalt auf thunlichste Vermeidung der schädlichen Reibung in den verschiedenen Gelenken verwandt werden; aus demselben Grunde wird die Verringerung der Anzahl der beweglichen Theile immer von hohem Werth sein. Ein anderes Princip, welches von dem genannten Uebelstande frei ist, besteht in der Anwendung des Zöllner'schen Horizontalpendels, welches einer grossen Anzahl von Seismometern zu Grunde liegt. Es soll hier der Ewing'sche Horizontal-Pendel-Seismograph, welcher während längerer Zeit sehr gute Dienste gethan hat, ausführlicher beschrieben werden und zwar in seiner endgiltigen Form.

Das horizontale Pendel besteht aus einem um eine verticale Axe gegen einen festen Stand gelagerten Rahmen; eine massive Linse dreht sich um eine Linie dieses Rahmens, welche die der Stützaxe correspondirende Drehungsaxe abgiebt. Eine leicht construirte Verlängerung des Rahmens verzeichnet auf einer continuirlich bewegten Platte die Bewegungen des Bodens bezw. der Stützaxe.

In der nebenstehenden Figur 4 ist *a a* ein aus Stahl hergestellter dreieckiger Rahmen, dessen Stützaxe durch die Spitzen der Hartstahl-Schrauben *b* und *c* definirt ist. Die Schraube *b* wirkt in dem V-förmigen Einschnitt gegen eine Achatplatte, die ihrerseits durch die mit der Fussplatte *A* festverbundenen Ständer *B* gehalten wird. Die in Form eines abgestumpften Kegels aus Gusseisen hergestellte schwere Masse *C* hat ihre Drehaxe in *d d*, welche vertical durch das Percussionscentrum des Rahmens *a* nebst Zubehör in Bezug auf die Stützaxe *b c* geht. Die Spitze der Schraube *c* wirkt gegen eine conisch ausgebohrte Platte derart, dass die verlängerte Schraubenaxe von *c* durch den Schnittpunkt einer durch *b* gelegten Horizontalen und einer durch den Schwerpunkt der gesammten aufgehängten Masse gelegten Verticalen geht. Während der Stützpunkt *c* ein für alle Mal festgehalten wird, kann *b*

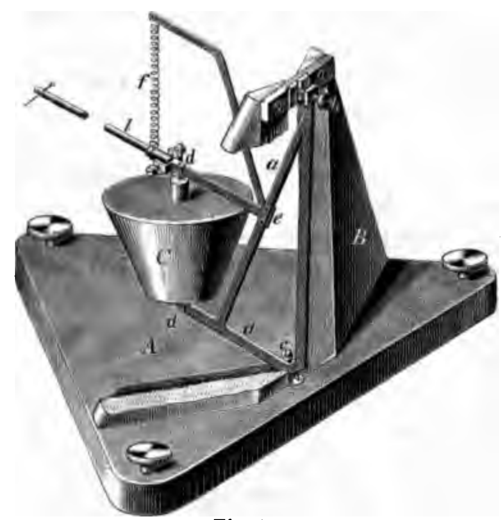


Fig. 4.

verstellt werden, was erforderlich ist, um die Stützaxe *b c* der Drehungsaxe *d d* parallel zu machen. Der die Bewegung übermittelnde Hebel *l* aus Schilfrohr, ist mit dem Rahmen *a* fest verbunden und trägt an seinem anderen Ende den Zeichenstift aus Hartstahl. Die Länge des Hebels ist in dem vorliegenden Falle so gewählt, dass die von diesem verzeichneten Bewegungen das Vierfache der wirklichen Verschiebung betragen. Das Gewicht des Hebels wird zum grössten Theil durch eine Spiralfeder *f* getragen, deren Stützarm durch Schrauben bei *e* gegen den Rahmen *a* verstellbar ist. Durch diese Anordnung der Feder *f* wird der Druck, den der Schreibstift gegen die rotirende Platte ausübt, möglichst constant erhalten.

Die Aufzeichnungen der Erschütterungen erfolgen mittels der Stahlspitze des Armes *l* auf einer horizontalen berussten Glasplatte, welche um eine verticale Stahlspindel rotirt und so gelagert ist, dass sie leicht entfernt und durch eine neue ersetzt werden kann. Um nun die Bewegung des Bodens in horizontalem Sinne nach Richtung und Grösse bestimmen zu können, sind zwei der vorher beschriebenen Horizontalpendel rechtwinklig zu einander in nebenstehender Weise (Fig. 5) verbunden. Die Schreibstifte berühren die Glasplatte *g*, welche sich in der durch den Pfeil angegebenen Richtung bewegt, in verschiedenen Abständen vom Centrum derselben. Im Ruhezustande beschreiben die Schreibstifte concentrische Kreise. Findet dagegen eine Erschütterung des Bodens statt, so verbleiben die momentanen Drehaxen *d* in Ruhe in Bezug auf Componenten der Bewegung senkrecht zu dem entsprechen-

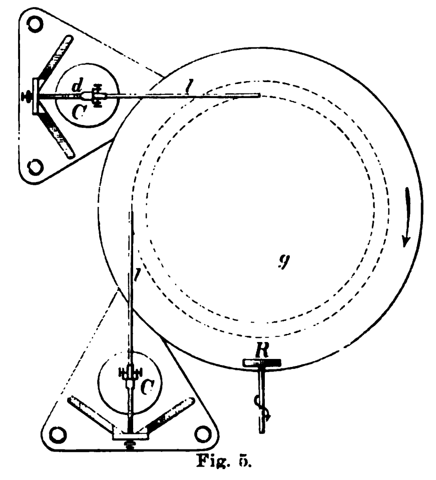


Fig. 5.

den Pendel, hingegen wird der Schreibstift auf der Glasplatte in der Richtung des Radius um eine Grösse verschoben, proportional der wirklichen Verschiebung. Um die bei einem Erdbeben registrirten Curven vervielfältigen zu können, wird die mit der Aufzeichnung versehene Platte überfirnisst und dient als Negativ für photographische Copirung.

Die langsam rotirende Bewegung wird der Scheibe *g* durch Vermittlung einer kleinen, lose auf *g* aufliegenden Frictionsrolle *R* von einem Uhrwerk mitgetheilt, das von einem Gewicht von 10 kg, welches einen Fallraum von etwa 5 m hat und täglich aufgezogen wird, betrieben wird. Die Regulirung des Ganges geschieht in bekannter Weise durch ein doppeltes Watt'sches Centrifugalpendel, dessen Kugeln mit Flügeln versehen sind, welche in einen theilweise mit Oel gefüllten Trog je nach der Geschwindigkeit mehr oder weniger eintauchen.

Sind die Pendel nahezu astatisch aufgehängt, so werden die in der Ruhelage verzeichneten Kreise in Folge kleiner Schwankungen der Verticalen sich allmälig verbreitern, wodurch die Störungscurven an Uebersichtlichkeit verlieren. Ueberall da, wo der Ueberwachung der Apparate eine fortwährende Aufmerksamkeit nicht gewidmet werden kann, ist es deshalb besser, die Einschaltung der Platte *g* in die Bewegung durch elektrische Auslösung, bewirkt durch die Erschütterung selbst, zu vermitteln.

In der Praxis giebt man der Stützaxe *b c* des Pendels eine geringe Neigung nach vorn, wodurch das Pendel selbst einen, wenn auch geringen, Grad von Stabilität erhält. Es ist dies erforderlich, einmal um zu verhindern, dass durch eine kleine Aenderung in der Justirung das Gleichgewicht gestört wird und sodann um einer übermässigen Displacirung des „Fixpunktes", bewirkt durch den Einfluss der Reibung und anderer bei langdauernden Stössen auftretender Hindernisse, vorzubeugen. Eine Hauptbedingung für die Construction eines Seismographen besteht darin, den Betrag der Reibung auf ein möglichst geringes Maass zu beschränken. Dem entsprechend stehen die Dimensionen des Rahmens *a* und der aufgehängten Masse *C* in gewissen Beziehungen zu einander; das günstigste Verhältniss zwischen beiden wird durch rohe Versuche bestimmt, ein Verfahren, welches viel einfacher sein dürfte als die theoretische Ermittlung. Nach Ewings Erfahrungen wird die grösste Beständigkeit erreicht, wenn man die Masse eines Horizontal-Pendel-Seismographen nicht schwerer als 1 bis 2 kg wählt. Eine beträchtlich schwerer gewählte Masse wird zwar die Reibung zwischen Stift und Platte leichter überwinden, dagegen ist die Reibung der Schraubenspitze *c* in ihrem Lager auch viel beträchtlicher.

Die praktische Ausführung des beschriebenen Horizontal-Seismographen kann natürlich, ohne das Princip desselben zu verlassen, in der verschiedensten Weise modificirt werden, wodurch sich mancherlei Vortheile erreichen lassen, die aber mehr oder weniger immer wieder durch neu hinzutretende Nachtheile aufgewogen werden. So kann z. B. das Gewicht *C* als Ring gestaltet werden, welcher den ganzen Ständer *B* umfasst, oder die Art der Aufhängung kann so modificirt werden, wie es Fig. 6 schematisch darstellt, wo *b* eine starre Stange, *a* dagegen ein Faden oder dünner Draht ist, der am oberen Ende an dem Träger eingeklemmt ist. Hierbei wird die Reibung am oberen Stützpunkt ganz vermieden, dafür aber durch die Steifigkeit des Aufhängefadens ersetzt. Durch entsprechende Umgestaltung kann auch der untere Stützpunkt noch in ein Federgelenk verwandelt werden u. s. w.

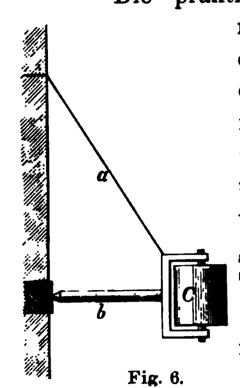


Fig. 6.

Das Eingangs erwähnte Werk beschreibt eine grosse Anzahl derartiger Umgestaltungen, theilweise unter kritischer Würdigung der damit verbundenen Vortheile und Uebelstände; wir müssen uns jedoch aus Raumrücksichten versagen, hierauf näher einzugehen.

Einen geringen Nachtheil haben alle Apparate dieser ersten Gattung gemein, nämlich den, dass um ein anschauliches Bild des ganzen Erschütterungsvorganges zu

erhalten, es immer nöthig sein wird, eine graphische oder rechnerische Zusammensetzung der beiden getrennt erhaltenen Componenten vorzunehmen. Dass aber dieser Umstand weit aufgewogen wird durch grosse und wichtige Vorzüge, wird bei Besprechung der Apparate zweiter Art, welche die Erschütterung nach Grösse und Richtung direct angeben, leicht hervorgehen. Was die letzteren anlangt, so ist ohne Weiteres einzusehen, dass sich fast alle Apparate der ersten Art, mit alleiniger Ausnahme der auf Gelenkführungen beruhenden, unschwer in solche zweiter Art umwandeln lassen. Hängt man das einfache Pendel an einem nach allen Richtungen frei beweglichen Faden, anstatt wie vorher an einer horizontalen Axe auf, so kann es jedem beliebig gerichteten Stosse nachgeben, während es vorher nur diejenigen Componenten markiren konnte, die senkrecht zur Stützaxe gerichtet waren. Bei der Registrirung entsteht aber nunmehr eine Schwierigkeit, die auf keine Weise zu beseitigen ist. Lässt man das Pendel wieder auf einer bewegten Unterlage zeichnen, so wird es in Folge der verschieden gerichteten Stösse eigene Schwingungen in allen möglichen Richtungen machen, dabei auch nicht nothwendig periodisch durch die Ruhelage gehen wie vorher, sondern auch in drehende Bewegung gerathen können. Die in Folge dieser eigenen Schwingungen gezeichneten Curven, denen die eigentlichen Stossmarkirungen gerade wie früher superponirt erscheinen, werden daher derart unregelmässig werden und zwar um so mehr, als ein Theil der Aufzeichnungen in die Richtung der Bewegung der Zeichenunterlage fällt, dass es sehr schwierig wird, die beiden Elemente gehörig von einander zu trennen. Man wird also in noch weit höherem Grade darauf angewiesen sein, Pendel von äusserst langsamer Eigenschwingung anzuwenden als vorher, daher das einfache Pendel ganz und gar verlassen und unter allen Umständen zu complicirteren Vorrichtungen greifen müssen.

Eine Methode, der eine gewisse Verwandtschaft mit der astatischen Aufhängung durch Lenkergeradführung nicht abzusprechen ist, liegt dem von Ewing construirten Doppelpendel-Seismometer zu Grunde, das wir etwas näher beschreiben wollen. Dieser Apparat (Fig. 7) ist eine Verbindung eines gewöhnlichen mit einem umgekehrten Pendel, beide übereinander aufgestellt und ihre Gewichte so mit einander verbunden, dass sie gemeinsam jede beliebige Bewegung im horizontalen Sinne ausführen können; bei dieser Anordnung kann das neutrale Gleichgewicht des Doppelpendelsystems in jedem gewünschten Grade hergestellt werden. Das Bleigewicht B_1 des oberen Pendels, welchem man die Form eines Hohlcylinders gegeben hat, hängt durch das Holzgestänge *aa* an dem Querstück *b*, durch welches eine Schraube *c* ragt, deren Spitze in dem conischen Loch eines Achatplättchens lagert. Die Unterlage dieses Plättchens ruht auf einem horizontalen Vorsprunge S_1 eines fest mit der Erde verbundenen Pfostens. Der Cylinder B_2 ist als Gewicht des unteren umgekehrten Pendels mit einem festen cylindrischen Stabe *d* verbunden, der seinerseits gegen die entsprechende Unterlage S_2 in folgender Weise gelagert ist. Die mit der Stange *d* fest verbundenen Füsse *e e* ruhen, der eine in einer conischen Ausbohrung, der andere in einer V-förmigen Rinne auf der oberen Fläche der Stahlplatte *f*, an deren unterer Fläche ein paar ähnliche Stützpunkte so angebracht sind, dass deren Verbindungslinie die Verbindungslinie der oberen unter rechten Winkeln schneidet. In das Loch und die V-förmige Rinne der unteren Fläche fassen ebenfalls zwei Stifte, welche sich gegen die Unterlage S_2 stützen. Die Angriffspunkte der Stützen in der oberen



Fig. 7.

und unteren Fläche der Platte f liegen alle vier in derselben Ebene, wodurch dem unteren Pendel die Möglichkeit, in einer beliebigen Richtung zu schwingen, gesichert ist. Die Verbindung der Gewichte B_1 und B_2 ist in folgender Weise bewirkt: Von dem mit der oberen Fläche von B_1 fest verbundenen metallenen Querstück ragt ein verticales Stäbchen herab, welches in einer Kugel endigt, die genau in die cylindrische Ausbohrung des oberen Endes der Stange d passt. Durch diese Verbindung ist die freie Bewegung beider Pendel gesichert. Die Lage des Berührungspunktes zwischen Kugel und Cylinder ist so gewählt, dass die kinetischen und statischen Bedingungen für den Berührungspunkt als Referenzpunkt für die zu verzeichnenden Bewegungen erfüllt sind. Die Bewegung des Bodens wird vervielfältigt durch die Holzstange g, welche durch den Bügel h mit dem Gewicht B_2 fest verbunden ist und somit die Verlängerung der Pendelstange d bildet. Am oberen Ende von g ist der horizontale Arm l (aus Schilf) um eine horizontale Axe drehbar befestigt, welcher mittels der am Ende gefassten Stahlspitze auf einer geschwärzten Glasplatte die Bewegungen verzeichnet.

Ist das Gleichgewicht des Doppelpendels nahe neutral, so ist der Apparat sehr empfindlich. Sobald die Verbindungslinie zwischen dem oberen und unteren Stützpunkt nicht vollständig vertical ist, zeigt der Schreibstift eine beträchtliche Abweichung. Durch geeignete Anordnung der Massen wird dem System ein geringer Grad von Stabilität ertheilt. Natürlich lässt sich auch hier wieder die praktische Ausführung in der verschiedensten Weise abändern, beispielsweise lassen sich die beiden Massen B_1 und B_2 durch eine einzige, für das gewöhnliche und umgekehrte Pendel zugleich wirkend, ersetzen. Ein Theil dieses gemeinsamen Gewichts wird von unten, entsprechend dem Stabe d getragen, während der andere Theil durch eine verticale Spiralfeder, welche das Holzgestänge a ersetzt, gehalten wird.

Das Princip des Horizontalpendels lässt sich ebenfalls leicht für den vorliegenden Zweck anwenden. Es ist dazu nur erforderlich, an Stelle des Gewichtes C in Fig. 4 einen zweiten verticalstehenden Rahmen a, dessen Ebene im Ruhezustande senkrecht zu der des ersten steht, drehbar anzuhängen und erst an diesem das Gewicht C zu befestigen. Ein derartiger Apparat wird von Ewing in dem mehrerwähnten Werke näher beschrieben; wir glauben aber hier davon absehen zu können, weil das Princip so sehr einfach und die Anordnung wohl ihrer Subtilität wegen praktisch ohne grosse Bedeutung ist.

Eine weitere vielfach vorgeschlagene Construction ist folgende: Eine schwere Platte ruht auf einer Anzahl polirter Kugeln von genau gleichem Durchmesser, die auf einer genau horizontalen Ebene ruhen und nach allen Richtungen frei rollen können. Die Platte, deren Schwerpunkt, wenn die Masse der Kugeln im Verhältniss gering ist, das Percussionscentrum des Systems, d. h. also den Fixpunkt bildet, führt entweder direct oder durch Vermittlung eines vergrössernden Hebelsystems einen Schreibstift, der auf einer auf der horizontalen Unterlage gleichmässig bewegten Zeichenebene schreibt. An Stelle der Platte kann auch die ganze Masse in eine einzige rollende Kugel concentrirt werden, wobei natürlich die Verbindung mit dem Schreibstifte eine etwas andere werden würde. Wäre gar keine Reibung vorhanden, so wäre die Platte oder die schwere Kugel gewissermaassen auf der horizontalen Ebene völlig astatisch gestützt, und es würde hierbei derselbe Uebelstand eintreten, der bei allen früheren Apparaten erster und zweiter Gattung auftritt, wenn vollkommene Astasie herbeigeführt wird. Die geringste Neigung der Unterlage, vielleicht in Folge von Temperaturänderungen oder Gestaltänderungen aus sonstigen Ursachen, würde ein Ablaufen der Kugel bezw. des rollenden Systems zur Folge haben. Wollte man hier einen geringen Grad von Stabilität erzielen, so müsste man die Unterlage flach sphärisch aushöhlen, was mit unverhältnissmässigen Schwierigkeiten verbunden wäre. Durch die vorhandene Reibung wird nun zwar ganz von selbst eine gewisse Stabilität erzeugt; da aber die Reibung selbst leicht

veränderlich ist, so wird auch ihr Einfluss auf die Angaben ein unzuverlässiger sein und es werden aus diesem Grunde derartige Apparate den früher beschriebenen gegenüber, bei denen man den Grad der Stabilität genau kannte, wenig zu empfehlen sein.

Bei allen Apparaten zweiter Art kommt, falls die Astasie soweit getrieben ist, wie es eigentlich nach dem Früheren nöthig ist, um den störenden Einfluss der Eigenschwingungen zu beseitigen, ein Uebelstand hinzu, von dem die Apparate erster Art theoretisch ganz frei sind. Der geringe Betrag der Reibung des Schreibstiftes auf der bewegten Zeichenfläche wird genügend werden können, um merkliche Abweichungen von der eigentlichen Ruhelage hervorzubringen und da diese Reibung nicht constant ist, so werden auch im Ruhezustande keine regelmässigen Curven aufgezeichnet werden. Man wird deshalb gut thun, die Zeichenfläche für gewöhnlich ruhen zu lassen und erst im Beginn einer seismischen Störung in Bewegung zu versetzen, wobei aber natürlich der Anfang der Störung nicht mit Sicherheit erhalten wird.

Vielfach hat man sich bisher unter der früher erwähnten unrichtigen Voraussetzung, dass das Erdbeben nur aus einem einzigen heftigen Stosse bestehe, begnügt, unter völliger Vernachlässigung des zeitlichen Elementes nur gewissermaassen statistisch die grösste Displacirung auf einer ruhenden Zeichenfläche aufzeichnen zu lassen. Hierzu sind Apparate wie die früheren, welche merkliche Eigenschwingungen ausführen, natürlich gar nicht zu verwenden. Da sich hier die letzteren, die unter Umständen die eigentlichen seismischen Oscillationen um Vielfaches übertreffen können, nicht trennen lassen, so würde man zu gänzlich unbrauchbaren Resultaten gelangen. Deshalb müssen Apparate für diesen Zweck von Haus aus mit genügendem Reibungswiderstand ausgestattet werden, um den entsprechenden Grad von Trägheit zu erhalten, wobei aber auch die Empfindlichkeit stark beeinträchtigt wird. Für wirklich rationelles Studium der Erscheinungen sind daher nur continuirlich registrirende Instrumente und unter diesen mit überwiegendem Vortheil solche mit getrennter Aufzeichnung nach zwei Componenten anzuwenden.

(Schluss folgt.)

Der combinirte Regenmesser.

Von
Dr. **R. Assmann** in Magdeburg.

Der Artikel des Herrn Dr. Hellmann in dieser Zeitschrift über einen neuen Regenmesser giebt mir Veranlassung, den von mir vor vier Jahren construirten sogenannten *combinirten Regenmesser* weiteren Kreisen bekannt zu machen.

Als Anforderungen, welche an einen guten Regenmesser zu stellen sind, dürfte wohl unbestritten Folgendes gelten:

1. Sorgfältigste Justirung des Querschnittes der Oeffnung.
2. Möglichst grosse Unveränderlichkeit desselben.
3. Schnelles Ablaufen des in das Auffangegefäss gefallenen Regens in das Sammelgefäss.
4. Möglichste Verringerung der Verdunstung aus letzterem.
5. Sicherer Verschluss der Ablauföffnung.
6. Leichte Zugänglichkeit aller Theile des Apparates zum Zwecke der Reinigung.
7. Möglichst billiger Preis trotz dauerhafter Construction.

Die beiden ersten Anforderungen sind wohl der Hauptgrund gewesen, dass man von der früher fast allgemein üblichen quadratischen Form der Regenmesser zu der

kreisförmigen übergegangen ist. Dadurch, dass der Ring des Auffangegefässes auf der Drehbank angefertigt werden kann, wird eine bei Weitem grössere Genauigkeit der Querschnittsgrösse, aber auch eine grössere Unveränderlichkeit derselben ohne Zweifel erreicht; auch auf den Preis ist dies nicht ohne Einfluss, indem die Drehbank eine viel schnellere Anfertigung gestattet als eine andere Arbeitsmethode. Der Auffangering des combinirten Regenmessers wird nach einem Modell aus gutem Messing sehr stark gegossen und mittels einer sorgfältig justirten Lehre nach dem Abdrehen ausgemessen. Bei guter Arbeit kann der mögliche Fehler nur Bruchtheile eines Millimeters betragen. Dadurch, dass der Ring sehr starkwandig gegossen ist, also keine Löthnath enthält, ist die Sicherung der Unveränderlichkeit eine möglichst grosse; selbst ein Fall auf Steinpflaster verbiegt den Ring nicht im Mindesten. Die ersten Exemplare des combinirten Regenmessers hatten nach dem Muster der älteren sächsichen Regenmesser einen ziemlich flachen Auffangering erhalten, ein Fehler, welchen der Apparat des Herrn Dr. Hellmann vollständig vermeidet, indem dessen Regenmesserring nach aussen vertical begrenzt ist. Seit längerer Zeit ist auch bei meinem Apparate die Neigung der äusseren Ringfläche eine geringere und beträgt beiläufig 30°. Es ist unzweifelhaft, dass eine starke Neigung der äusseren Ringfläche die an sich schon durch den Regenmesserkörper bewirkte Aufwärtsdrängung der angewehten Luft noch vermehren und demgemäss das Hineinfallen des Niederschlages, besonders des Schnees, in das Auffangegefäss erschweren muss. Das Princip des vertical begrenzten Auffangeringes, wie es Herr Dr. Hellmann anwendet, ist daher unzweifelhaft das richtige. Der Grund, weshalb man überhaupt den Auffangering nach innen vorragen lässt, ist doch wohl nur der, um dem hineingewehten Schnee den späteren Wiederaustritt zu erschweren. Man könnte dies indess auch in der Weise bewirken, dass man im Innern des Auffangegefässes dicht unterhalb der Oeffnung einen nach innen und unten vorragenden Ring anbrächte. Doch könnte ein solcher sehr leicht Spritzverluste beim Regen veranlassen und ferner vergrössert er die zu benetzende Fläche des Auffangegefässes und dadurch die Verdunstungsverluste. Alle Regenmesser leiden an dem für feinere Messungen sehr unangenehmen Fehler, dass eine nicht unbeträchtliche Regenmenge dazu verwandt wird, die innere Fläche des Auffangegefässes zu benetzen. Ein sehr empfindlicher Registrir-Regenmesser der Magdeburger Wetterwarte, welcher schon 0,03 mm markirt, hat mir gezeigt, dass mindestens 0,1 mm Regen dazu nöthig ist, um die innere Fläche eines Regenmessers von 0,05 qm Querschnitt zu benetzen; häufig aber, wenn längere Trockenheit bei hoher Temperatur geherrscht hat und der erste Regen in feinen, spärlichen Tropfen fällt, können bis 0,5 mm Regen fallen, ehe ein Tropfen aus dem Auffangegefäss herausläuft. Staub und Russ, welche die Innenfläche des Apparates bedecken, verschlucken einen Theil, die hohe Temperatur der Luft und des Regenmessers verdunsten die wenigen und kleinen Tropfen. Auf diese Weise können selbst halbstündige schwache Regenfälle völlig ungemessen bleiben. Aus diesem Grunde trübt auch die neuerdings ziemlich allgemein adoptirte Methode, nur Tage mit mehr als 0,2 mm Niederschlag als Niederschlagstage zu zählen, so praktisch sie auch sonst ist, die Resultate gar nicht unerheblich. Vergleicht man, wie ich dies an einem anderen Orte des Näheren auszuführen beschäftigt bin, die Zahl der Niederschlagstage mit mehr als 0,2 mm mit denjenigen, an welchen überhaupt Niederschlag an demselben Orte im Regenmesser gefunden ist, so findet man an manchen Stationen eine Jahres-Differenz von 30 bis 40 Tagen. Viel grösser aber würde diese Differenz noch sein, wenn man auch diejenigen Niederschläge berücksichtigte, welche nicht so viel Wasser liefern, dass dasselbe bei der nächsten Messung im Sammelgefässe noch vorgefunden wird.

Man müsste zur Markirung solcher Niederschläge einen gleichmässig fortbewegten wasserempfindlichen Papierstreifen frei exponiren, ähnlich dem für Thau-Regi-

strirungen vorgeschlagenen Apparate, bei welchem gelbes Blutlaugensalz und Eisenvitriol durch Benetzung auf einander reagiren und ein Zeichen dieses Vorganges an der entsprechenden Stelle zurücklassen. Wir würden dann wahrscheinlich die Zahl der effectiven Niederschlagstage um weitere 30 bis 40 steigen sehen. Zwar kann man wohl annehmen, dass diese kleinen Niederschlagsmengen ohne nennenswerthen Nutzen für die Vegetation sind, doch weiss man einerseits, wie wichtig in trocknen Klimaten oder auch bei uns in Trocken-Perioden sogar der Thau für die Vegetation ist, andererseits sprechen wissenschaftliche Gründe sehr dafür, dass man die effective Niederschlags-Häufigkeit abgesehen von der Menge kennen lernt. Eine Methode, um den Benetzungs- und Verdunstungsverlust unserer Regenmesser zu verhindern, giebt es zur Zeit noch nicht. Besässe man eine nicht verdunstende, mit Wasser unvermischbare Flüssigkeit, welche zugleich erheblich leichter als Wasser wäre und füllte man mit dieser das Auffangegefäss bis einige Centimeter unterhalb der Oeffnung, erhielte ferner auch die Füllung constant, indem man das Abflussrohr ausserhalb des Gefässes aufwärts bis zur Höhe der Oberfläche der Füllflüssigkeit führte, so würde jeder hineinfallende Regentropfen sofort von dieser Flüssigkeit aufgenommen und der Verdunstung entzogen werden, durch seine grössere Schwere nach unten sinken und das im Ausflussrohr stehende Wasser zum Ausfliessen bringen müssen. Auf diese Weise könnten Benetzungs- und Verdunstungsverluste stark vermindert werden, doch liegen andererseits Spritzverluste und etwaige hygroskopische Eigenschaften der Deckfüllung zu nahe, um diesem Plane die Ausführbarkeit zu sichern.

Soll man nun, um nach dieser Abschweifung zu unserem Regenmesser zurückzukommen, einen Regenmesser lackiren oder nicht? Unzweifelhaft ist die Oberfläche eines frisch und sauber lackirten und geschliffenen Metalls besser geeignet, einzelne Tropfen leicht zusammen- und abfliessen zu lassen, als die rauhe oxydirte Fläche blossen Metalls. Nach nicht zu langer Zeit jedoch wird der beste Lack in der Luft rissig und bröcklig und ist dann allerdings viel schlechter zu jenem Zwecke geeignet, als z. B. eine mit feiner Oxydschicht überzogene Zinkfläche. Glatt verzinntes und gut polirtes Eisenblech dürfte vielleicht noch besser geeignet sein; Vernickelungen pflegen sich in der Feuchtigkeit schlecht zu halten, vom Preise ganz abgesehen; der combinirte Regenmesser ist aus diesen Erwägungen heraus nicht lackirt, sondern besteht aus gut gewalztem glatten Zinkblech. Nicht unwichtig dürfte es sein, die Höhe des Auffangegefässes soweit als thunlich zu verringern, um die zu benetzende Fläche zu verkleinern; andererseits sollte man den Trichter dieses Gefässes möglichst steil construiren, um ein schnelles Abfliessen zu erreichen, obwohl dadurch die Benetzungsverluste durch Vergrösserung der Trichterfläche wieder etwas vermehrt werden müssen. Bei dem Regenmesser des Herrn Dr. Hellmann will mir der Trichter der Zeichnung nach etwas zu flach erscheinen. Die Ausflussöffnung des Auffangegefässes sollte nicht grösser sein, als dass sie durch einen hinabfliessenden Tropfen abgeschlossen werden kann; derselbe fällt zwar selbst der allmäligen Verdunstung anheim, schliesst indess eine Zeit lang das Sammelgefäss nach oben hin ab. Die bei einigen Constructionen noch üblichen Wasserverschlüsse durch ein U förmig gebogenes Rohr erfüllen diesen Zweck noch vollkommener, doch wird die abschliessende Wassermenge bei trockenem und warmem Wetter gleichfalls verdunsten und bei nachfolgendem Regen erst wieder ersetzt werden müssen, ehe Wasser in das Sammelgefäss gelangt. Es entsteht also hierdurch leicht eine neue Fehlerquelle, ganz abgesehen davon, dass zur Zeit der Frühjahrs- und Herbstfröste das gefrorene Sperrwasser den Abfluss des nachher fallenden Regens in das Sammelgefäss gänzlich verhindern muss. Der Sammelraum darf keineswegs so dicht verschlossen sein, dass der durch das hineinfliessende Wasser verdrängten Luft der Austritt unmöglich gemacht wird. Eine Umhüllung des Sammelgefässes mit einem schlechten Wärmeleiter, wie dies

bei den früheren Apparaten vielfach angewandt wurde, ist gewiss rationell, complicirt jedoch den Apparat nicht unerheblich.

Das unter No. 5 genannte Erforderniss, ein dichter Verschluss der Abflussöffnung des Sammelgefässes, ist von grosser Bedeutung, da durch undichte Hähne schon oft grosse Messungsverluste eingetreten sind. Aus diesem Grunde vornehmlich hatte der verstorbene Prof. Bruhns den sächsischen Regenmessern gar keine Ausflussöffnung gegeben, stellte vielmehr in einen allseitig geschlossenen Zink-Cylinder eine Kanne hinein, in welche das Wasser aus dem Auffangegefässe abfloss. Das letztere wurde zur Messung abgehoben und die Kanne ausgegossen. Nun aber lassen sich Hähne doch absolut dicht construiren, so dass bei guter Arbeit diesem Uebelstande wohl zu begegnen ist. Anders liegt die Sache indess bei der Befestigung des Hahnes am Sammelgefässe. Eine Befestigung durch Schraube mit eingelegtem Dichtungsringe bleibt aus dem Grunde stets unsicher, weil dieser Ring, wenn er aus Leder besteht, bei längerer Trockenheit leicht zusammenschrumpft und undicht wird, wenn er von Guttapercha ist, durch längeren Gebrauch leicht rissig wird und gleichfalls durchlecken lässt. Ein Anlöthen des Hahnes ist daher stets vorzuziehen. Der Hahn sollte überhaupt nur durch einen Schlüssel zu bewegen sein, da es stets Leute geben wird, welche das Ablassen des Niederschlagswassers als einen „guten Witz" betrachten. Der Schlüssel sollte so eingerichtet sein, dass er am Schlüsselringe getragen werden kann. Bei dem Regenmesser des Herrn Dr. Hellmann ist aber, falls der Hahn angelöthet ist, das Sammelgefäss für eine nöthige Reinigung völlig unzugänglich; ist er angeschraubt, dann bietet er die oben genannten Unsicherheiten. Wie nöthig aber eine Reinigung des Sammelgefässes oft ist, weiss Jeder, welcher einen derartigen Regenmesser besitzt. Fliegen, Würmer, Asseln, besonders die als „Ohrwürmer" (Forficula) bekannten Geradflügler füllen nach einiger Zeit die Oeffnung des Sammelgefässes derartig aus, dass oft nur wenige Tropfen Wasser ausfliessen, trotzdem das Sammelgefäss beträchtlich gefüllt ist. Schwere Irrthümer sind hierdurch schon hervorgerufen worden. Stösst man dann mit einem Draht durch, so ergiesst sich eine grosse Menge Niederschlagswasser, von welchem man nicht weiss, wie lange es schon im Gefässe gestanden hat; mit vollster Sicherheit aber legen sich bald die verstopfenden Käfer wieder vor die Oeffnung, so dass nichts Anderes übrig bleibt, als den Hahn ablöthen zu lassen.

Der combinirte Regenmesser ist von diesem Uebelstande völlig frei, indem er aus zwei getrennten Gefässen besteht.

Das Wesen des combinirten Regenmessers besteht ganz besonders darin, dass

1) Sammelgefäss und Auffangegefäss von einander getrennt sind, aber durch einen breit übergreifenden Rand sicher und gut auf einander festsitzen, ohne indess luftdicht zu schliessen;

2) Auffangegefäss und Sammelgefäss von völlig gleicher Construction sind, demnach mit einander vertauscht werden können;

3) der Auffangering abnehmbar und auf beide Gefässe sicher aufzulegen ist.

In dieser Weise repräsentirt der „combinirte Regenmesser" eigentlich zwei Regenmesser und leistet daher besser wie alle anderen Regenmesser das, was unter No. 7 verlangt wurde, nämlich möglichst billigen Preis. Bei allen übrigen Constructionen, soweit mir solche bekannt sind, bedarf man für den Winter zweier Apparate. Der in den einen hineingefallene Schnee muss im Hause aufgethaut werden, um zur Messung zu gelangen; während dieser Zeit muss der andere Apparat functioniren. Der combinirte Regenmesser ist gewöhnlich in der Weise aufgestellt, wie es die Figur veranschaulicht: auf einem Holzschemel, welcher einen vom Rande bis zur Mitte reichenden Ausschnitt, entsprechend dem Durchmesser des Messcylinders *a* hat, durch Knebel einfach und

sicher befestigt, stehen beide Gefässe über einander; der untere etwas abstehende Rand von *d* greift weit über den oberen Rand von *b* hinüber und sichert deren Verbindung ausreichend; auch das untere Gefäss *b* hat einen kleinen, über die Ansatzstelle des Trichters vorstehenden Rand, um das Hinabfliessen des Regenwassers aussen an den Gefässen zu verhindern. Dasselbe würde am Trichter entlang und in das darunterhängende Messgefäss laufen und den Beobachter glauben machen, der Hahn sei nicht dicht. Auf dem oberen Gefässe, welches als Auffangegefäss dient, liegt der Messingring *c*, welcher einen überstehenden Rand hat, um das Hineinfliessen von Wasser ausserhalb des Ringes zu verhindern. Das in *b* sich ansammelnde Regenwasser ist ausreichend gegen Verdunstung geschützt, da es nur durch die Hahnöffnung in *d* mit der Aussenluft communicirt. Tritt Schneefall ein, so füllt sich natürlich nur *d* an, während „nasser" Schnee oder gleichzeitiger oder nachfolgender Regen auch Wasser in das Sammelgefäss laufen lässt. Bei der Ablesung wird zuerst der Ring *c* abgenommen, darauf das ganze Gefäss *d*, wobei man sieht, ob in *b* Wasser vorhanden ist und dann dieses, nachdem man den Hahn von *d* geschlossen hat, in *d* eingiesst. Man legt nun den Ring *c* auf das stehenbleibende Gefäss *b* und bedeckt *d* mit einem dazugehörigen Deckel, um es im Zimmer zum Aufthauen des Schnees aufzustellen. In der Zwischenzeit functionirt das stehenbleibende Gefäss *b* mit dem darauf liegenden Ringe *c* allein als Schneemesser. Der in demselben sich ansammelnde Schnee wird bei der nächsten Ablesung aufgethaut, indem man abermals den Ring abnimmt, dafür den Deckel auflegt und im Zimmer erwärmt; das mitgebrachte, nun leere Gefäss *d*, wird an Stelle von *b* gestellt und darauf der Ring *c* aufgelegt. So functionirt der combinirte Regenmesser als doppelter Schneemesser und wird hierdurch gegenüber allen anderen ähnlichen Apparaten erheblich billiger. Der Preis eines combinirten Regenmessers mit 0,05 qm Auffangefläche in starker und solider Ausführung beträgt einschliesslich Messcylinder 17 Mark. Wollte man die kleineren Dimensionen wählen, wie sie der Regenmesser des Herrn Dr. Hellmann besitzt, so würde der Apparat für 10 Mark herzustellen sein. Man bedarf nur eines Apparates, während alle übrigen Regenmesser entweder in duplo angeschafft oder mit einem besonderen Schneegefäss versehen werden müssen. Der Mechaniker der Magdeburger Wetterwarte, in Fa. Krönings Söhne in Magdeburg, hat diese combinirten Regenmesser bereits in etwa 500 Exemplaren angefertigt und dieselben haben zur vollen Zufriedenheit überall functionirt. Die Anfertigung geschieht unter steter Controle der Magdeburger Wetterwarte; besonders werden Ringe und Messcylinder sorgfältig nachgemessen. Die Deutsche Polar-Commission hat s. Z. sechs dieser Regenmesser nach Labrador geschickt und Herr Dr. Koch, welcher dieselben aufstellte und beobachtete, hat mir erklärt, dass dieselben sich auch unter den dortigen aussergewöhnlichen Verhältnissen durchaus gut bewährt haben. Man stellt in jenen winterlichen Gegenden, in welchen viele Monate hindurch nur Schnee fällt, die Gefässe stets einzeln auf, um ein Zusammenfrieren beider zu umgehen.



Ob es gerathen ist, im Interesse des niedrigeren Preises von der fast in allen meteorologischen Systemen verbreiteten Grösse der Auffangefläche von 0,05 qm abzuweichen, will ich nicht zu entscheiden versuchen. Die kleinere Auffangefläche an sich ist ja allerdings, wie zahlreiche Vergleichungen ergeben haben, nicht von erheblichem Einfluss auf die Correctheit der Messungen; doch möchte ich daran erinnern, dass diese Vergleichungen aus dem Grunde nicht einwurfsfrei sein dürften, weil zwei nebeneinander aufgestellte Regenmesser von völlig gleicher Construction und Auffangefläche äusserst selten identische Resultate geben. Die Verkleinerung der Oberfläche muss doch sicherlich

eine untere Grenze haben, um annähernd gleiche Mengen zu erhalten; es ist daher a priori anzunehmen, dass jede Grössenverschiedenheit einen, wenn auch geringen Einfluss auf die Messungs-Resultate haben müsse.

Die Billigkeit des Apparates ist aber auch ohne die Verkleinerung, wie der combinirte Regenmesser zeigt, durch constructive Vereinfachung zu erreichen.

Die möglichst billige Herstellung war überhaupt der einzige Grund, welcher mich zur Construction des combinirten Regenmessers anregte; ohne den billigen Preis würde es wohl schwerlich gelungen sein, in Mitteldeutschland auf privatem Wege gegen 250 Regenmesser auf Kosten der Stationsinhaber aufzustellen.

Ueber Spectral-Apparate mit automatischer Einstellung.

Von
Dr. H. Krüss in Hamburg.

(Schluss.)

II.

Soll eine Anzahl von Prismen in das Minimum der Ablenkung für einen Strahl irgend welcher Brechbarkeit aufgestellt werden, so muss dieser in jedem einzelnen Prisma das Minimum der Ablenkung erfahren, also bei jedem Prisma der Austrittswinkel ψ_2 gleich dem Einfallswinkel φ_1 sein.

Bestehen alle Prismen aus derselben Glasart und besitzen sie alle den gleichen brechenden Winkel α, so müssen alle äusseren Einfalls- und Austrittswinkel gleich, also $\varphi_1 = \psi_2 = \varphi_3 = \psi_4$ u. s. w. sein.

Bezeichnet man den Winkel, welchen die zweite Fläche BC des ersten Prismas (Fig. 1) mit der ersten DC des nächsten Prismas bildet, mit β_1, so ist $\beta_1 = \psi_2 + \varphi_3$ und da ψ_2 und φ_3 für die ganze Prismenkette constant sind, so muss $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ u. s. w. $= \beta$ sein, wobei β_2, β_3 u. s. w. die analoge Bedeutung wie β_1 haben sollen, d. h. es muss jedes Prisma gegen das folgende die gleiche Neigung β haben.

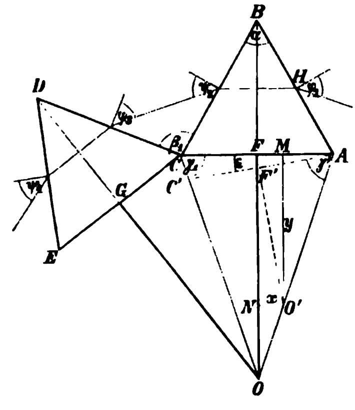


Fig. 1.

Nimmt man der Einfachheit der Betrachtung wegen an, dass je zwei Prismen mit der Kante C, E u. s. w. zusammenstossen und ausserdem, dass die Prismen alle gleich gross sind, also $AC = CE$ u. s. w. ist, so ergiebt sich

$$2\gamma = 180 + \alpha - \beta,$$

folglich, da α und β für die ganze Prismenkette dieselben sind, auch $2\gamma_1 = 2\gamma_2 = 2\gamma_3$ u. s. w. $= 2\gamma$, so dass die Grundflächen der Prismen, deren Schnitte mit der Zeichenebene die Geraden AC, CE u. s. w. sind, Tangentialflächen an einem Cylinder, oder dass in der Fig. 1 die Geraden AC, CE u. s. w. Tangenten an einem Kreis sind.

Macht man $AF = FC$, $CG = GF$ u. s. w. $= b$ und $FO \perp OC$, $GO \perp CE$ u. s. w., so ist O der Mittelpunkt dieses Kreises, dessen Radius $OF = OG$ u. s. w. $= r$ sich ergiebt:

$$r = b \operatorname{tg} \gamma = b \operatorname{cotg} \frac{\beta - \alpha}{2}.$$

Geht man von einem Strahl, dessen Brechungsindex n ist, zu einem anderen mit dem Brechungsindex $(n + dn)$ über, so muss, damit auch dieser Strahl das erste

Prisma im Minimum der Ablenkung durchdringe, der Einfallwinkel $(\varphi_1 + d\varphi_1)$ gleich dem Austrittswinkel $(\psi'_2 + d\psi'_2)$ werden.

Da $\varphi_1 = \psi'_2$ ist, so ist in diesem Falle $d\psi'_2 = d\varphi_1 = \varepsilon$ und da ferner $\varphi_1 = \psi_2$ $\varphi_3 = \psi_4$ u. s. w. ist, so ist auch $d\varphi_3 = d\psi_4$ u. s. w. $= \varepsilon$.

Damit also auch für denjenigen Strahl, welcher dem Brechungsindex $(n + dn)$ entspricht, die Prismen im Minimum der Ablenkung stehen, muss bei dem Uebergange zu demselben von dem Strahl mit dem Brechungsindex n das 1te Prisma um den Winkel ε, das 2te, 3te .... $n$te um 3ε, 5ε .... $(n-1)\varepsilon$ gedreht werden.

Der Winkel zwischen den beiden aus den Prismen austretenden Strahlen (n und $n + dn$), also derjenige Winkel, um welchen das Beobachtungsfernrohr gedreht werden muss, um von dem einen zu dem andern Strahl zu gelangen, ist in Folge dessen bei Anwendung von 1, 2 .... n Prismen gleich 2ε, 4ε .... $2n\varepsilon$.

Will man mit möglichst kleinen Prismen erreichen, dass die Strahlenbüschel jeder Brechbarkeit mit voller Oeffnung von den Prismen hindurchgelassen werden, will man also dem ersten Prisma die zu diesem Zwecke eben nöthige Grösse geben und die folgenden nicht grösser machen, was schon, um unnöthigen Absorptionsverlust zu vermeiden, rathsam ist, so muss bei dem Uebergange von einem Strahl zu einem solchen anderer Brechbarkeit jedes Prisma nicht nur gedreht werden um die oben angeführte Grösse, sondern auch noch verschoben in der Richtung der brechenden Kante zur Basis. Der centrisch aus dem Collimatorrohre auf die Mitte der ersten Fläche des ersten Prismas fallende Strahl $(n + dn)$ wird durch das erste Prisma um 2ε mehr abgelenkt als der Strahl n; er wird also, falls das zweite Prisma nur auf der Stelle um 3ε gedreht wird, dieses Prisma näher zur Basis treffen, als der Strahl n, das dritte Prisma noch näher u. s. w., so dass bald eine bedeutende einseitige Beschränkung der wirksamen Oeffnung und in Folge dessen Unschärfe des Bildes und bedeutende Verringerung der Helligkeit eintreten wird und zwar dort, wo man einen solchen Lichtverlust am wenigsten vertragen kann, im stärker brechbaren, an sich lichtschwächsten Theile des Spectrums.

Aus diesem Grunde müssen alle Prismen nicht nur um eine der brechenden Kante parallele Axe gedreht, sondern auch in darauf senkrechter Richtung verschoben werden bei dem Uebergange von einem Strahle zu einem anderen.

Es sei in Fig. 1 das erste Prisma um ε gedreht, so dass die Basis AC nach AC' und die Normale FO nach $F'O'$ komme. Wenn für diesen Fall an die Stelle der Grössen r und γ die Grössen r' und γ' treten, so muss nach der für Aufstellung im Minimum der Ablenkung entwickelten Bedingung

$$r' = b' \operatorname{tg} \gamma'$$

sein.

In dem rechtwinkligen Dreieck $AF'O'$ ist aber $\angle F'AO' = \gamma'$ und $F'A = b$, so dass $O'F' = b \operatorname{tg} \gamma'$ ist. $O'F'$ ist also der Radius des Kreises, an welchen in diesem Falle die Grundflächen der Prismen Tangenten sind, O' dessen Mittelpunkt.

Bei der Bewegung der Prismenkette von der Einstellung auf einen Strahl zu derjenigen auf einen anderen bewegt sich demgemäss der Mittelpunkt O des von den Grundflächen der Prismen berührten Kreises auf der Geraden OA, wenn A der Eckpunkt des ersten Prismas ist, um welchen dasselbe gedreht wird.

Wünscht man, dass die aus dem Collimatorrohre austretenden Axenstrahlen jeglicher Brechbarkeit die Fläche des ersten Prismas an derselben Stelle H treffen, so müsste das Prisma eigentlich um diesen Punkt H gedreht werden; die Folge des für die Betrachtung (und für die mechanische Ausführung) einfacheren Falles, dass der Eckpunkt A als Drehpunkt benutzt wird, ist also die, dass Strahlen verschiedener Brechbarkeit die erste Fläche des ersten Prismas in verschiedenen Punkten treffen und in Folge dessen auch alle Prismen in verschiedenen Entfernungen von der Basis durchsetzen. Diese Verschiebung ist aber so gering, dass sie praktisch vernachlässigt werden kann.

Wird die für die volle Oeffnung des Strahlenbüschels nothwendige Länge der ersten Seite des ersten Prismas für den Strahl III (D), $p_D = 1$ gesetzt, so ist die für den Strahl XI nothwendige Länge $p_{XI} = \frac{\cos \varphi_D}{\cos \varphi_{XI}} = 1{,}047$. Dreht man das Prisma um den Punkt H, so ist der Zuwachs der nothwendigen Länge nach der Basis und der Spitze gleich, nämlich je $= 0{,}0235$. Wird hingegen das Prisma um den Punkt A gedreht, so ist der erforderliche Zuwachs an der Spitze des Prismas $= 0{,}047$, dagegen trifft der Axenstrahl des aus dem Collimator austretenden Büschels von Strahlen XI das Prisma nicht mehr im Punkte H, sondern um 0,0235 höher.

Bezieht man die Lage des Mittelpunktes O' auf ein Coordinatensystem, dessen Axen AF und FO sind, so ergiebt sich für die Coordinaten $x = NO'$ und $y = MO'$ des Mittelpunktes O' die Beziehung

$$x = b - \frac{b}{r}\, y,$$

wo r der Radius für diejenige Stellung des Prismas ist, in der die Basis mit der x-Axe zusammenfällt. Dieses ist die Gleichung für die Gerade OA.

Ferner ist

$$y = b\,\frac{\sin\gamma}{\cos\gamma'} = b\,\frac{\sin\gamma}{\cos(\gamma-\varepsilon)}$$

und der Weg, welchen der Mittelpunkt macht,

$$O\,O' = w = \frac{x}{\cos\frac{1}{2}(\beta-\alpha)}.$$

Die Coordinaten der Eckpunkte A, C, E u. s. w. der Prismen ergeben sich:

$$x_0 = -b$$
$$y_0 = 0$$
$$x_1 = 2b\cos\varepsilon - b$$
$$y_1 = 2b\sin\varepsilon$$
$$x_2 = x_1 + 2b\cos\left\{2\left(\frac{\pi}{2} - \gamma + \varepsilon\right) + \varepsilon\right\}$$
$$y_2 = y_1 + 2b\sin\left\{2\left(\frac{\pi}{2} - \gamma + \varepsilon\right) + \varepsilon\right\}$$

und allgemein die Coordinaten x_n, y_n des zweiten Eckpunktes des $n$ten Prismas (Fig. 2):

$$x_n = x_{n-1} + 2b\cos\left\{2(n-1)\left(\frac{\pi}{2} - \gamma + \varepsilon\right) + \varepsilon\right\},$$
$$y_n = y_{n-1} + 2b\sin\left\{2(n-1)\left(\frac{\pi}{2} - \gamma + \varepsilon\right) + \varepsilon\right\},$$

oder, wenn die innerhalb der Klammer stehende Winkelgrösse gleich E_n gesetzt wird,

$$x_n = x_{n-1} + 2b\cos E_n,$$
$$y_n = y_{n-1} + 2b\sin E_n,$$

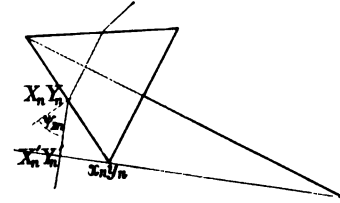


Fig. 2.

wo E_n den Winkel bedeutet, welchen bei dem $n$ten Prisma die der brechenden Kante gegenüber liegende Fläche mit der x-Axe bildet, entsprechend dem Winkel ε beim ersten Prisma.

Es sei X_n, Y_n derjenige Punkt, wo der Axenstrahl $X_n Y_n$, $X_n' Y_n'$ das $n$te Prisma verlässt, dann sind die Coordinaten dieses Punktes

$$X_n = x_n + \frac{b\cos\left\{\frac{\pi+\alpha}{2} - E_n\right\}}{2\sin\frac{\alpha}{2}},$$

$$Y_n = y_n - \frac{b\sin\left\{\frac{\pi+\alpha}{2} - E_n\right\}}{2\sin\frac{\alpha}{2}},$$

und wenn $O(x_n y_n)$ den austretenden Strahl im Punkte $X'_n Y'_n$ trifft, so ist

$$X'_n = x_n + \frac{b \cos\left\{\frac{\pi + \alpha}{2} - (E_n + \psi'_{2n})\right\} \cos \psi'_{2n}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}},$$

$$Y'_n = y_n - \frac{b \sin\left\{\frac{\pi + \alpha}{2} - (E_n + \psi'_{2n})\right\} \cos \psi'_{2n}}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Durch die Punkte $X_n Y_n$ und $X'_n Y'_n$ ist also die Lage des aus dem $n$ten Prisma austretenden Axenstrahles und demgemäss auch die Lage der optischen Axe des Beobachtungsfernrohres bestimmt.

Bei der Anwendung eines einzigen Prismas wird dasselbe im Allgemeinen ohne Nachtheil fest in das Minimum der Ablenkung für den hellsten Theil des Spectrums aufgestellt werden können. Es giebt aber dennoch einige Fälle, wo Stellung in das Minimum für jeden beobachteten Strahl wünschenswerth sein kann. Handelt es sich um die Beobachtung sehr zarter feiner Linien im blauen oder violetten Theile des Spectrums, welche durch die geringste Unschärfe unbestimmt erscheinen, so ist jede andere Stellung des Prismas ungünstiger als diejenige im Minimum der Ablenkung, da nur in diesem Falle die erzeugten Bilder vollkommen exact sein können. Auch bei spectrophotometrischen Arbeiten kann es erforderlich sein, dass die Strahlen stets im Minimum der Ablenkung das Prisma durchlaufen, so dass sie gleiche Weglänge im Prisma haben und nicht der an sich schwächste Theil des Spectrums durch grösseren Absorptionsverlust noch mehr leide.

In solchen Fällen stellt man häufig das Prisma nicht fest auf, sondern lässt es beweglich, so dass es bei jeder Beobachtung mit der Hand auf das Minimum der Ablenkung eingestellt werden kann.

Es lässt sich aber eine derartige Einstellung des Prismas auch mechanisch bewirken, in der Weise, dass bei Drehung des Beobachtungsfernrohres um 2ε das Prisma um den Winkel ε gedreht wird.

Die Vorrichtungen, welche diese Bedingung erfüllen, können in verschiedener Weise angeordnet werden; die nachfolgend beschriebene ist bei dem Langley'schen Bolometer angewendet.[1])

Es mögen sich (Fig. 3) die optischen Axen des Collimator- und des Beobachtungsrohres CO bezw. BO in O schneiden. Das Prisma abc sei so aufgestellt, dass eine Normale cA von der Spitze c desselben auf seine Basis ab durch den Punkt O gehe und den Winkel COB halbire. Dann geht der Strahl $CedB$ im Minimum der Ablenkung durch das Prisma. OA sei ein fest mit dem Prisma abc verbundener Arm; um die senkrecht auf der Zeichenebene stehende Axe O sei sowohl das Prisma als das Beobachtungsfernrohr BO drehbar, während das Collimatorrohr CO fest sei. Zwei gleich lange Arme BA und CA seien in gleichen Entfernungen OB und OC von dem Drehpunkte O mit den optischen Axen, oder ihren Projectionen auf eine zur Drehaxe O senkrechte Ebene derart verbunden, dass sie um den Punkt B bezw. C drehbar sind. Sie seien in A verbunden mit dem Arm OA, gegen einander drehbar und verschiebbar in der Richtung der Geraden OA.

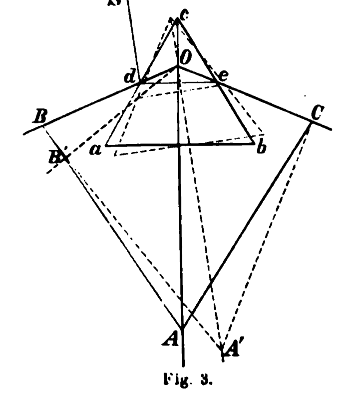


Fig. 3.

---

[1]) Zeitschr. f. Instrumentenkunde 4. 1884. S. 31.

Wird nun das Beobachtungsfernrohr bezw. OB um einen Winkel 2ε gedreht, so dass der Punkt B nach B', A nach A' kommt, so wird $\angle COB' = \angle COB - 2\varepsilon$ und wegen der Congruenz der Dreiecke COA' und $B'OA'$ wird $\angle COA' = \frac{1}{2} \angle COB - \varepsilon$, d. h. das Prisma wird mit dem Arm OA bei der Bewegung des Beobachtungsfernrohres um den Winkel 2ε um den Winkel ε gedreht, also der Bedingung entsprechen, dass alle beobachteten Strahlen im Minimum der Ablenkung das Prisma durchdringen.

Die Verwendung der bei derartigen Spectral-Apparaten mit einem Prisma meist vorhandenen photographirten Scale ist in diesem Falle jedoch eine andere als gewöhnlich. Ist das Prisma fest aufgestellt und befindet sich in der Richtung dS die Scale fest angebracht, so dass $\angle Bda = \angle cdS$ ist, so erscheint das an der Prismenfläche ac reflectirte Bild der Scale im Beobachtungsfernrohre. Bei Bewegung des letzteren bleiben das Spectrum und das Bild der Scale in unveränderter Stellung zu einander, da der Eintrittsspalt und die Scale ihre Stellung zum Prisma nicht verändern.

Anders ist es, wenn das Prisma nach den Bedingungen für das Minimum der Ablenkung bewegt wird. Bei Drehung des Prismas um den Winkel ε dreht sich das Bild der festen Scale um 2ε, also genau um den gleichen Betrag wie das Beobachtungsfernrohr. Der in letzterem mit dem Fadenkreuz zusammenfallende Scalentheil wird also in jeder Stellung des Beobachtungsfernrohres mit dem Fadenkreuz eingestellt, also das Bild der Scale im Gesichtsfelde unverrückt bleiben, während sich das Spectrum durch das Gesichtsfeld bewegt. Will man in diesem Falle die feste Scale benutzen, so muss man sich beschränken auf eine ganz bestimmte Einstellung des Prismas, also etwa auf diejenige, in welcher die Fraunhofer'sche Linie D (oder E) gerade mit dem Fadenkreuz eingestellt ist; dieser Ausweg ist bei schwacher Zerstreuung, wo das Spectrum in seiner ganzen Länge im Gesichtsfelde des Fernrohres erscheint, ganz gut anzuwenden. Andernfalls muss man das Scalenrohr mit dem Prisma fest verbinden, so dass es sich mit diesem um die Axe O dreht.

Eine andere Anordnung der automatischen Einstellung auf das Minimum der Ablenkung ist die von Nich. Brady[1]) angegebene. Anstatt des einen Prismas von 60° brechendem Winkel werden zwei Halbprismen von je 30° angewendet, welche mit einer ihrer Flächen auf die Objective des Collimator- und Beobachtungsfernrohres aufgekittet sind. Der Axenstrahl der beiden Rohre läuft also in beiden Halbprismen stets parallel zur Basis und es ist nicht mehr Lichtverlust vorhanden wie gewöhnlich, da auch nur je ein Uebergang der Strahlen von Luft in Glas und umgekehrt stattfindet.

Man kann natürlich auch das Aufkitten der Halbprismen auf die Objective vermeiden, muss dann aber dasjenige vor dem Beobachtungsfernrohre auf andere Weise fest mit letzterem verbinden, so dass es an dessen Bewegung theilnimmt.

Bei der Benutzung einer grösseren Anzahl von Prismen ist es, wie im ersten Theile dieser Arbeit gezeigt wurde, unbedingt nothwendig, dass die Prismen sämmtlich im Minimum der Ablenkung nicht nur für den hellsten Theil des Spectrums, sondern für jeden zu beobachtenden Theil stehen.

Kirchhoff[2]) benutzte bekanntlich zu seinen Untersuchungen über das Sonnenspectrum einen Spectralapparat mit vier Prismen, drei davon mit einem brechenden Winkel von 45°, das vierte mit einem solchen von 60°. Jedes der vier Prismen stand auf einem kleinen Dreifuss und konnte auf dem grossen horizontalen Tisch des Apparats mit der Hand in die richtige Stellung gebracht werden. Die Prismen wurden so gedreht, dass diejenigen Strahlen, die beobachtet werden sollten, nahe das Minimum der Ablenkung erlitten, und so verschoben, dass die Strahlen, die durch die Mitte des Collimatorobjec-

---

[1]) Listing, Apparate f. Optik in „Hofmann, Bericht über die wiss. App. London 1876 S. 362." — [2]) Abhdlg. d. Kgl. Bayr. Acad. d. Wiss. 1861. S. 63.

tives gegangen waren, auch nahe durch die Mitten der Prismen gingen. Endlich wurde das Beobachtungsfernrohr sich selbst parallel so verschoben, dass derjenige von den zu beobachtenden Strahlen, welche durch die Mitte des Collimatorobjectivs gegangen war, die Mitte des Objectives des Beobachtungsfernrohres traf. Diese für die Deutlichkeit des Spectrums sehr wesentliche Bedingung wurde mit Hilfe zweier Deckel erfüllt, von denen jeder einen schmalen verticalen Spalt enthielt, die vor die beiden Objective gesetzt wurden; war die Stellung des Beobachtungsfernrohres sehr fehlerhaft, so war das ganze Gesichtsfeld dunkel, bei passender Verschiebung desselben zeigte sich ein Lichtstreifen, der in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht wurde.

Wie schlecht der Effect bei Nichterfüllung der letzten Bedingung ist, zeigt die Mittheilung von V. v. Lang,[1]) dass er bei Benutzung von Quarzprismen in den extremen Stellungen ganz unscharfe Bilder erhielt, da nur die einseitigen Randstrahlen zur Wirkung kommen; erst durch Anwendung des Kirchhoff'schen Objectivdeckels zur Justirung der Fernrohrstellung erhielt er gute Bilder.

Bei Spectral-Apparaten mit einer noch grösseren Anzahl von Prismen als vier ist es natürlich noch mehr geboten, alle Prismen für jeden Strahl in das Minimum der Ablenkung einzustellen. Konkoly[2]) berichtet allerdings, dass bei dem grossen Spectroskop mit neun Prismen, welches Browning für Gassiot construirte, die Prismen „ein für alle Mal" für das Minimum der Ablenkung eingestellt, befestigt seien; jedenfalls können die Prismen dann nur von einer schwach zerstreuenden Glasart gewesen sein und müssen einen kleinen brechenden Winkel gehabt haben, wenn das Spectrum in seiner ganzen Länge hindurchgelassen werden sollte. Auf den grösseren Lichtverlust durch Absorption und Reflexion brauchte allerdings in diesem Falle nicht so sehr gesehen zu werden, da das Instrument auf dem *Kew Observatory* zum Zeichnen des Sonnenspectrums benutzt wurde, also Helligkeit im Ueberfluss vorhanden war.

Bei mehreren Prismen ist die Arbeit der Aufstellung in das Minimum und die Centrirung der Fernrohre für jede Beobachtung aus freier Hand eine sehr mühsame und es ist dabei ausserdem sehr fraglich, ob bei der vielen Mühe eine richtige Einstellung aller Theile wirklich vollständig erreicht wird. Aus diesem Grunde wird man jetzt kaum mehr einen Spectralapparat mit einer grösseren Anzahl von Prismen benutzen wollen, bei welchem nicht die Einstellung der einzelnen Prismen auf das Minimum der Ablenkung für jeden zu beobachtenden Strahl, sowie auch diejenige des Beobachtungsfernrohres, so dass es das Strahlenbündel centrisch empfängt, durch mechanische Vorrichtungen, also automatisch, besorgt wird.

Die Art, wie eine solche mechanische Vorrichtung zu construiren ist, ergiebt sich sehr einfach aus unseren obigen Betrachtungen, sowie aus Figur 4, in welcher sechs Prismen gezeichnet sind in je zwei Stellungen, in denen sie für die beiden Enden des Spectrums im Minimum der Ablenkung stehen.

Lässt man die Prismen mit den Kanten 1 bis 5 zusammenstossen, so schneiden sich die Normalen auf den Mitten der Grundflächen in dem Mittelpunkte O bezw. O', wenn man sich die Kante o des ersten Prismas fest und um sie dieses Prisma gedreht denkt. Um aus der Einstellung im Minimum für

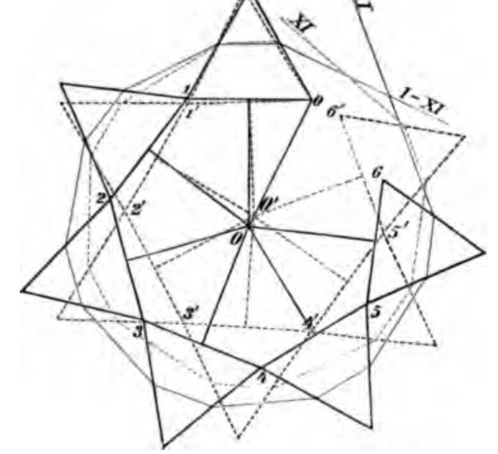


Fig. 4.

[1]) Pogg. Ann. *140.* 1870. S. 460. — [2]) Prakt. Anleitung z. astron. Beobachtungen Braunschweig 1883. S. 682.

den Strahl I in diejenige für den Strahl XI zu gelangen, muss das Centrum O den Weg OO' in der Richtung Oo machen. Nimmt man die Seite des Prismas gleich der Einheit an, so ist die Länge dieses Weges in unserem Falle $w = 0{,}0465$, während der Abstand des Punktes O von der Grundfläche der Prismen $r = 1{,}067$, derjenige des Punktes O' aber, $r' = 0{,}956$ ist. In der Figur hat der Deutlichkeit wegen die Entfernung OO' etwa doppelt so gross gezeichnet werden müssen, als sie in Wirklichkeit im Verhältniss zur Grösse der Prismen ausfällt. Die Folge davon ist, dass auch die relative Verschiebung der correspondirenden Punkte 1, 1', 2, 2' . . . 6, 6' der Wirklichkeit gegenüber um das Doppelte zu gross erscheint.

Um zu ermöglichen, dass, wenn das Centrum sich von O nach O' bewegt, die Grösse des Radius r sich von 1,067 auf 0,956 verkleinern kann, befestigt man das erste Prisma auf der Grundplatte des Apparates so, dass es sich um eine durch den Punkt o gehende verticale Axe drehen kann; die einzelnen Prismen werden mit einander so verbunden, dass sie sich in den Kanten 1 bis 5 berühren und sich gleichzeitig gegen einander drehen können um verticale Axen, deren Verlängerung durch diese Punkte geht. Sodann verbindet man jedes Prisma fest mit einem Arm, welcher senkrecht auf der Mitte der Grundfläche steht; sämmtliche Arme werden durch einen centralen Stift O mit einander verbunden, jedoch so, dass letzterer in jedem Arme in einem Schlitz geht, und endlich ermöglicht man, dass dieser Centralstift sich in der Geraden Oo bewegen kann.

Bei einer derartigen Anordnung behalten die einzelnen Prismen stets unter einander die gleiche Neigung und die Verschiebung des ganzen Systems kann nur in ganz bestimmter Weise erfolgen, an welchem Punkte desselben (sei es 0 oder 6) man auch eine Bewegung auf dasselbe ausübt. Das Beobachtungsfernrohr wird mit dem Punkte 6, aber um diesen drehbar, verbunden.

Den ersten Apparat mit automatischer Einstellung der Prismen construirte im Jahre 1862 O. Littrow,[1]) doch war die automatische Einstellung hier nicht durch die oben angedeutete Construction bewirkt; die Prismen waren nicht, wie Schellen[2]) berichtet, an den Ecken der Basis, sondern in eigenartiger Weise mit einander verbunden; von jedem Prisma ging eine Zahnstange aus nach einem centralen Zahnrade, durch dessen Drehung die Bewegung der Prismen hervorgebracht wurde. Wenn auch die Verhältnisse richtig, den Bedingungen für die Einstellung in's Minimum der Ablenkung entsprechend, gewählt worden sein mögen, so kann die Genauigkeit der Functionirung dieses Mechanismus doch nur eine geringe gewesen sein.

Browning war der erste, welcher im Jahre 1870 die mechanische Vorrichtung benutzte, wie sie oben skizzirt wurde. Bei dem ersten derartigen Apparat, welchen er der *Astronomical Society* in London vorzeigte,[3]) war das Princip dieser Construction aber noch nicht vollständig durchgeführt. Die Beschreibung, welche Browning damals von seinem Apparate machte, ist jedoch nebst der Originalabbildung desselben in die meisten Lehrbücher der Spectralanalyse übergegangen.[4]) Nach derselben soll das erste Prisma vollkommen fest auf der Grundplatte sein, die übrigen so wie oben beschrieben mit einander verbunden. Die Wirkung der Bewegung des centralen Zapfens wird hier so dargestellt, dass, wenn sich das zweite Prisma um den Winkel ε bewegt, sich das dritte um 2ε, das vierte um 3ε u. s. w. drehe, sowie dass bei Drehung des Beobachtungsfernrohres um einen gewissen Winkel, das letzte Prisma um einen doppelt so grossen Winkel gedreht werde.

Nach den S. 233 entwickelten Bedingungen für die Einstellung der Prismen auf das Minimum der Ablenkung werden diese durch die geschilderte Anordnung nicht

[1]) Wiener Berichte. **47**. 1862. S. 26. — [2]) Die Spectralanalyse. 3. Auflage. I. S. 229. — [3]) Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. **30**. 1870. S. 198. — [4]) Schellen S. 235. Konkoly S. 645.

erfüllt; auf den Mangel seiner Construction wurde Browning nach der betreffenden Sitzung der *Astronomical Society* durch Proctor aufmerksam gemacht und änderte sie in Folge dessen dahin ab, dass er auch das erste Prisma um seine erste Kante drehbar machte;[1]) in solcher Weise dürften vermuthlich in der Folge alle automatischen Spectralapparate Brownings angeordnet worden sein, so dass es wohl angemessen wäre, in etwaigen neuen Auflagen von Lehrbüchern der Spectralanalyse als speciell Browning'sche Construction nicht mehr dessen allererste fehlerhafte aufzuführen.

Nach demselben Princip ist die automatische Einstellung der Prismen bei dem von Schröder für das astrophysikalische Observatorium in Potsdam hergestellten Spectralapparat angeordnet, mit dem einzigen Unterschiede, dass das erste und das letzte Prisma der Kette Halbprismen sind. In Folge dessen kann das erste Prisma fest auf der Grundplatte angebracht werden; das Collimatorrohr wird so aufgestellt, dass die Axenstrahlen die erste Fläche dieses Prismas senkrecht treffen, also nicht gebrochen werden und das Prisma parallel zur Basis durchlaufen. Die Bewegung des centralen Stiftes muss dann, wie eine leichte Ueberlegung zeigt, in der Verlängerung der ersten Seite des ersten Prismas erfolgen.

Schmidt & Haensch erreichen die automatische Einstellung sämmtlicher Prismen auf das Minimum der Ablenkung auf eine von der bisher betrachteten etwas abweichende Weise.[2]) Der Vereinigungspunkt der Arme, zu welchen die Prismen mit ihren Grundflächen senkrecht stehen, ist nicht beweglich, sondern fest; anstatt dessen sind die Prismen selbst auf den radialen Armen verschiebbar, so dass sie sich dem Mittelpunkte nähern oder sich von demselben entfernen können. Die Beschreibung, welche Kayser[3]) von dem Functioniren dieses Mechanismus giebt, kann wohl nicht vollständig correct sein; dieselbe lautet: „Jede Drehung des Fernrohres zwingt daher alle Arme und die Prismen, sich um einen gleichen Winkel zu drehen, wobei die Prismen sich nach innen oder aussen verschieben, dabei aber Tangenten an demselben Kreise bleiben." Wenn letzteres, wie es sein muss, richtig ist, so dürfen gerade wegen dieser Bedingung die Prismen sich nicht alle um den gleichen Winkel drehen, sondern jedes Prisma um den Winkel 2ε mehr als das vorausgehende, wenn ε die Drehung des ersten Prismas ist, wie oben S. 233 gezeigt worden ist.

Von vollständig abweichender Art ist die Construction der automatischen Bewegung bei einem von Grubb hergestellten Spectralapparate, bei welchem die vielfach besprochenen radialen Arme sich nicht in einem Mittelpunkte schneiden, sondern mit ihren Enden an verschieden Stellen eines Excenters angebracht sind.[4]) Bei der Ausführung dieser Anordnung muss natürlich die richtige Befestigungsstelle der Arme an dem Excenter sehr genau getroffen werden, was die exacte Ausführung dieser Construction nicht besonders erleichtert.

Der Apparat, bei welchem O. Littrow im Jahre 1862 zuerst eine automatische Einstellung der Prismen anwandte, zeichnete sich noch durch eine zweite Verbesserung aus. Nachdem die Strahlen die vier Prismen des Apparates durchlaufen hatten, traten sie in ein Halbprisma, dessen letzte, zur Basis senkrechte, Fläche versilbert war, so dass die Strahlen reflectirt und gezwungen wurden, denselben Weg noch einmal rückwärts zu durchlaufen. Hierbei wurde die Dispersion auf das Doppelte erhöht, so dass die Wirkung diejenige von acht Prismen war. Die zurückkehrenden Strahlen traten wieder in das

[1]) Monthly Notices. *30.* 1870. S. 214. — [2]) Loewenherz, Ber. über d. wiss. Instr. auf d. Berl. Gewerbe-Ausstell. 1879, S. 378. — [3]) Handbuch der Spectralanalyse. Berlin 1883. S. 50. — [4]) Lockyer, Beobachtung der Sterne. Deutsch v. G. Liebert. Braunschweig 1880. S. 440.

Collimatorrohr und wurden hier in der Nähe des Eintrittsspaltes von einem kleinen rechtwinkligen Reflexionsprisma aufgefangen, welches sie auf ein seitlich angebrachtes Ocular reflectirte.

Der Uebelstand, dass die rückkehrenden Strahlen nahe am Spalt beobachtet werden müssen und in Folge dessen nur ein Theil des ganzen Strahlenbüschels zur Benutzung gelangen kann, wird nach einem sowohl von C. A. Young, als auch unabhängig davon von Lockyer gemachten Vorschlage dadurch beseitigt, dass an Stelle des letzten total reflectirenden Halbprismas ein gleichschenklig-rechtwinkliges Prisma gesetzt wird und zwar mit der Hypotenusenfläche senkrecht zu den aus dem letzten Prisma austretenden Strahlen und mit horizontaler Richtung der gegenüberliegenden Kante. Die Strahlen treten ohne Brechung in dieses Reflexionsprisma ein, werden von der unteren Kathetenfläche nach der oberen und von dieser parallel mit ihrer Einfallsrichtung zurückreflectirt; sie durchlaufen dann die Prismen rückwärts in einer anderen Höhe und können, wenn man das Beobachtungsfernrohr nicht in derselben Richtung anbringen will wie das Collimatorrohr, durch ein zweites Reflexionsprisma rechtwinklig zur optischen Axe des Collimatorrohres gerichtet werden. Die Prismen müssen in diesem Falle natürlich die doppelte Höhe wie in Apparaten ohne Rückkehr der Strahlen haben.

Der grosse Vorzug solcher Apparate mit Rückkehr der Strahlen besteht nun darin, dass man mit einer bestimmten Anzahl von Prismen die Zerstreuung so gross erhält wie von der doppelten Anzahl bei gewöhnlicher Anordnung. Die Prismen sind allerdings nicht billiger als die doppelte Anzahl halb so hoher, aber der Mechanismus zur automatischen Einstellung der Prismen wird nur halb so complicirt, und ausserdem ist die Anzahl der Prismen, welche überhaupt angewendet werden kann, ja dadurch beschränkt, dass die Summen aller Winkel, welche die Prismen unter einander bilden, d. h. der Winkel der Normalen von der brechenden Kante auf die Basis der Prismen, kleiner als 360° bleiben muss. Da in dem von uns mehrfach benutzten Beispiel für die brechbarsten Strahlen dieser Winkel ungefähr 55 Grad beträgt, so könnten in diesem Falle nicht mehr als sechs Prismen benutzt werden. Die Zerstreuung wird allerdings noch grösser werden können, wenn man anstatt der einfachen Prismen von 60° aus Flintglas dreifache sogenannte Rutherford-Prismen anwendet; aber auch bei diesen ist der möglichen Anzahl der Prismen eine ganz bestimmte Grenze gesetzt. Will man also eine noch grössere Zerstreuung erzielen, so ist man zur Benutzung des Princips der Rückkehr der Strahlen gezwungen; Browning und Hilger haben sogar Apparate construirt, bei denen die Prismen vier und sechs Mal durchlaufen werden.

Ein weiterer und nicht zu unterschätzender Vorzug dieser Apparate ist aber der, dass nicht nur das Collimatorrohr, sondern auch das Beobachtungsfernrohr fest auf dem Tische des Apparates angebracht werden kann. Alle Strahlen kehren in derselben Richtung durch die Prismen zurück, in welcher sie dieselben zum ersten Male durchschnitten haben, sie verlassen also alle, welcher Brechbarkeit sie auch sein mögen, das erste Prisma in der Richtung der optischen Axe des Collimatorrohres. Bei Spectralapparaten ohne Rückkehr der Strahlen muss das Beobachtungsfernrohr um den ganzen Betrag der Zerstreuung gedreht werden und das vor dem Ocular befindliche Auge des Beobachters dieser bei einer grösseren Anzahl von Prismen nicht geringen Drehung folgen, während bei Apparaten, in denen die Strahlen die Prismenkette 2 bezw. 4, 6 Mal durchlaufen, der Beobachter seinen Stand vor dem festen Beobachtungsfernrohr nicht zu verändern braucht.

Endlich kann man bei dieser Anordnung des Apparates mit stets unveränderlicher Stellung des Beobachtungsfernrohres die Dispersion des Apparates ändern, indem man das Reflexionsprisma anstatt an das Ende der Prismenkette hinter irgend eines der Prismen setzt; man kann so auf die leichteste Weise die Dispersion von der Wirkung

von zwei Prismen auf diejenige von 4, 6 u. s. w. bis zur doppelten Anzahl der vorhandenen Prismen steigern. Es wird dadurch die Verwendungsfähigkeit eines und desselben Spectralapparates für die verschiedensten Zwecke in hohem Grade befördert.

Derartige Apparate wurden von Browning und von Hilger construirt. Da bei dem Durchlaufen der Prismenkette durch Strahlen von verschiedener Brechbarkeit die Richtung der Strahlen zwischen je zwei Prismen eine verschiedene ist und das Reflexionsprisma stets senkrecht zur Richtung dieser Strahlen sein muss, so müssen die Träger zwischen den einzelnen Prismen, welche bestimmt sind, das Reflexionsprisma aufzunehmen, an der automatischen Bewegung theilnehmen. Aus der Abbildung des Browning'schen Instrumentes bei Schellen[1]) ist eine solche Theilnahme an der automatischen Bewegung seitens des Reflexionsprismas nicht zu erkennen. Von Hilger wird jedoch dieser Forderung in folgender Weise Rechnung getragen.[2])

In der schematischen Darstellung, Fig. 5, sind P_1 P_2 P_3 die zerstreuenden Prismen, R_1 R_2 R_3 die Träger, welche das Reflexionsprisma aufnehmen können. Letztere sind wie die Prismen P an radiale Arme befestigt, welche mit Schlitz an dem centralen Stifte O beweglich sind. Ausserdem sind die Prismen P und die Träger R untereinander durch feste Arme verbunden, welche unter der Mitte der Prismen bezw. Träger befestigt sind. Hierdurch wird bewirkt, dass der Axenstrahl des Collimatorrohres stets die Mitte aller Prismen durchsetzt und so in dem ganzen Systeme die volle Oeffnung der Strahlenbüschel zur Wirkung kommt.

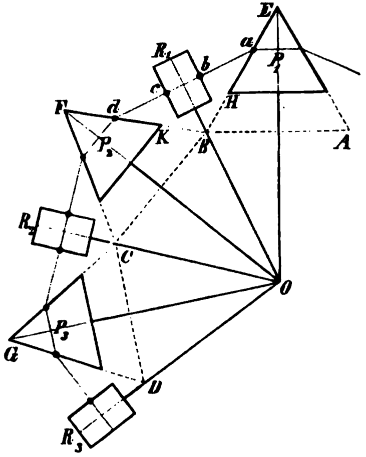


Fig 5.

Die mechanische Ausführung dieser Construction wird erschwert durch die grosse Anzahl von beweglichen Punkten; sämmtliche Bewegungen, als da sind Verschiebungen an dem centralen Stifte O und Drehungen der Verbindungsstücke müssen sehr exact ausgeführtwerden, da ein Fehler an einer einzigen Stelle die sichere Functionirung des ganzen Apparates beeinträchtigt.

Als ich vor einiger Zeit Gelegenheit hatte, einen dem Hilger'schen ähnlichen Apparat zu construiren, versuchte ich, denselben zu vereinfachen und namentlich die Anzahl derjenigen beweglichen Punkte, welche auf die Functionirung des Gesammtmechanismus von Einfluss sind, erheblich zu verringern.

In Fig. 6 ist dieser Apparat, wie er in dem Optischen Institut von A. Krüss in Hamburg ausgeführt wurde, dargestellt und es sind hier die gleichen Theile in gleicher Weise bezeichnet wie in Fig. 5.

Eine Vereinfachung des Mechanismus ergiebt sich leicht durch folgende Ueberlegung: Bei der Hilger'schen Anordnung findet man, abgesehen von der Beweglichkeit des Centralstiftes O, von Prisma P_1 bis Prisma P_2 zwei bewegliche Punkte bei O auf den radialen Armen P_1O und R_1O und ausserdem die Punkte a, b, c und d. Dieselbe Anordnung wiederholt sich bei den folgenden Prismen. Man denke sich nun die Seiten der Prismen verlängert, bis sie sich in den Senkrechten (in der Zeichenebene Punkten) A, B u. s. w. schneiden, und betrachte nun anstatt der Prismen P_1 P_2 P_3 die grösseren Prismen ABE, BCF u. s. w. als solche, welche mit einer automatischen Einstellung versehen werden sollen. Sie werden dann, wie im Vorstehenden beschrieben, in den Punkten B, C u. s. w. drehbar untereinander und mit radialen Armen P_1O, P_2O u. s. w. verbunden. Die dazwischen liegenden Arme R_1O, R_2O u. s. w. fallen ganz fort; die

[1]) S. 238. — [2]) S. 251.

Träger R_1, R_2 u. s. w. für das Reflexionsprisma werden auf starre Stücke $a\,d$ so aufgesetzt, dass die Hypotenusenfläche des Reflexionsprismas genau rechtwinklig zur Richtung $a\,d$, d. h. zur Richtung der unter dem Minimum der Ablenkung aus dem Prisma P_1 kommenden Strahlen steht; die starren Stücke $a\,d$ sind unter der Mitte der Prismenfläche $E\,H$ im Punkte a, um diesen drehbar befestigt und werden genöthigt, an dem Punkte d, unter der Mitte der Prismenfläche $F\,K$ zu gleiten. Während also bei der Bewegung des ganzen Systems, wobei die Prismen $A\,B\,E$ und $B\,C\,F$ sich gegen einander im Punkte B drehen, die Länge der Stücke $a\,d$ veränderlich ist, bleibt deren Richtung constant diejenige der Verbindungslinie der Mitten der Prismenseiten $E\,H$ und $F\,K$, also constant diejenige der im Minimum der Ablenkung aus Prisma P_1 kommenden Strahlen.

Es ist also der Hilger'sche Mechanismus dahin vereinfacht, dass die axialen Arme $R_1\,O$, $R_2\,O$ u. s. w. ganz wegfallen und an Stelle der vier beweglichen Punkte a, b, c, d nur einer, nämlich B gesetzt ist. Die Ausführung dieser Einrichtung ist demgemäss bedeutend einfacher als diejenige der Hilger'schen. Die exacte Herstellung der Stücke $a\,d$ kommt in Bezug auf die Functionirung des ganzen Mechanismus zur automatischen Einstellung nicht in Betracht, da diese Stücke und ihre Verbindung mit den Prismen die Bewegung des übrigen Mechanismus nicht beeinflussen; sie müssen für sich allein justirt werden.

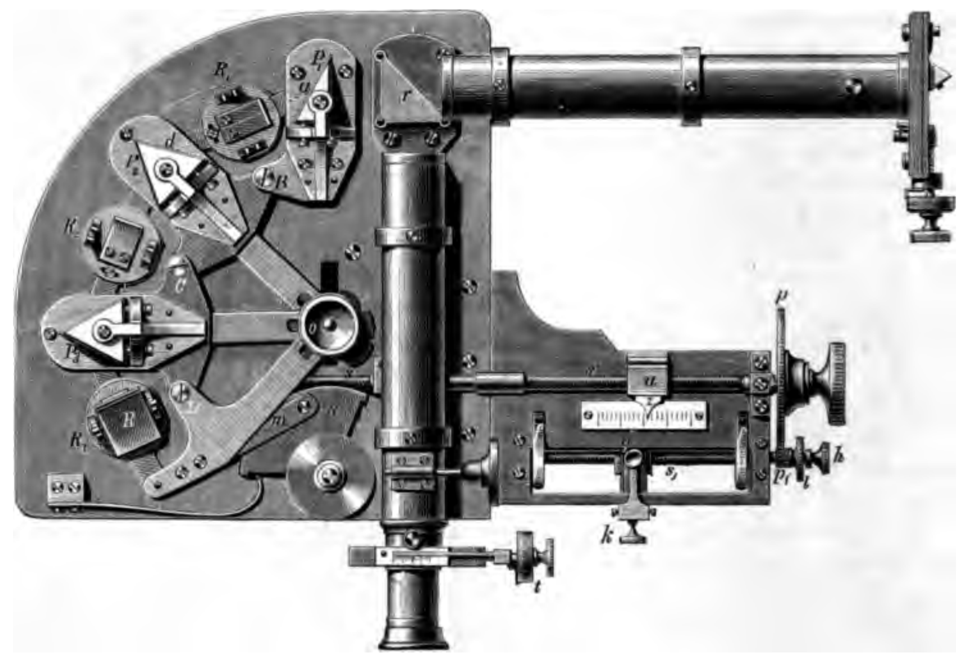


Fig. 6.

Nach der voranstehenden Auseinandersetzung ist zum Verständniss der Fig. 6 nur noch wenig hinzuzufügen.

Die Strahlen fallen aus dem Collimatorrohre senkrecht auf die Fläche des ersten Prismas P_1. Dieses ist ein Halbprisma von 30°, es kann also fest mit der Grundplatte des Apparates verbunden werden. Dieses Prisma, sowie die beiden anderen P_2 und P_3 von je 60° brechendem Winkel sind fest auf grössere Stücke aufgesetzt, welche unter einander in den Punkten B, C, D, verbunden sind; letztere Punkte sind so gewählt, dass sie die Schnittpunkte der entsprechenden Prismenseiten sind. Das Reflexionsprisma R kann in die Träger R_1 R_2 und R_3 rechtwinklig zu der Richtung der Strahlen aufgestellt

werden. Durch dasselbe werden die Strahlen, welche auf dem Herwege die Prismen in ihrer oberen Hälfte durchlaufen haben, gezwungen, in der unteren Hälfte zurückzugehen. Sie treten aus der letzten Fläche des Prismas P_1 normal aus und gelangen mit Hilfe des rechtwinkligen Reflexionsprismas *r* durch Spiegelung an dessen Hypotenusenfläche in das Beobachtungsfernrohr, welches um die halbe Höhe der Prismen tiefer liegt, als das Collimatorrohr.

Die übrigen Einrichtungen des Apparates, welche zum Messen und Registriren der Erscheinungen im Spectrum dienen, sind, wenn auch im Einzelnen davon abweichend, im Allgemeinen den entsprechenden Vorrichtungen an Hilger's Apparat nachgebildet. Dieselben haben zu der uns eigentlich beschäftigenden Aufgabe, die Herstellung einer automatischen Prismeneinstellung, keine weitere Beziehung und ich will daher nur einige wenige, für das volle Verständniss des ganzen Apparates nöthige Worte darüber hinzufügen.

Die Prismenkette ist durch das Verbindungsstück *m* mit dem am Umfange gezahnten Radsegment *n* verbunden. In dieses greift eine Schraube ohne Ende *s*, deren Verlängerung *s'* die Mutter *u* mit dem Zeiger *z* bewegt, mittels dessen auf der darunter liegenden Theilung die ganzen Umdrehungen der Schraube abgelesen werden können. Auf der linken Seite der auf derselben Axe sitzenden Scheibe *p* ist eine Theilung angebracht, mittels welcher Hundertel der ganzen Umdrehungen abgelesen werden können. Zur genaueren Messung geringerer Abstände im Spectrum dient das Ocularschraubenmikrometer, durch dessen Zeiger und Trommel *t* die ganzen Umdrehungen und Hundertel der Umdrehungen der das Fadenkreuz bewegenden Schraube abgelesen werden können.

Zum Zwecke der Registrirung einzelner Bezirke des Spectrums greift die an ihrem äusseren Umfange gezahnte Scheibe *p* in ein kleineres Zahnrad p_1, durch welches unter Vermittlung der Schraube s_1 der Schreibstift *q* bewegt wird. Die beiden Federn *f* halten eine Glasplatte, die berusst werden kann, in diesem Falle wird eine feine Stahlspitze als Schreibstift benutzt, oder sie halten ein Stück Papier, welches auf die Glasplatte gelegt wird und auf welches mit Bleistift registrirt wird. Der Schreibstift kann mittels des Knopfes *k* in Schlittenführung quer über die Glasplatte gezogen, um die beiden kleinen seitlichen Schräubchen als Axe gehoben und wieder zurückgeschoben werden.

Die Schraube s_1 besitzt ein doppeltes Gewinde von derselben Ganghöhe wie das einfache der Schraube *s*; die Durchmesser der Zahnräder *p* und p_1 verhalten sich wie 8 zu 1, so dass die Bewegung des Schreibstiftes *q* 16 Mal so gross ist, wie diejenige des Zeigers *z*. Es können also begrenzte Theile des Spectrums in grossem Maassstabe auf der Glas- bezw. Papierplatte registrirt werden, natürlich aber nicht das ganze Spectrum. Deshalb lässt sich die Verbindung des Messapparates mit dem Registrirapparate aufheben; durch Lösung der Mutter *l* wird das Rad p_1 von der Axe frei und bei Drehungen der Scheibe *p* bleibt die Schraube s_1 in Ruhe, dahingegen kann nun mit Hilfe des Knopfes *h* der Schreibstift *q* bewegt werden.

Der Apparat besitzt endlich noch eine Reihe von Vorrichtungen, welche zu seiner Justirung erforderlich sind. Das Wichtigste ist vorerst, dass das Collimator- und das Beobachtungsfernrohr senkrecht zu einander und senkrecht zu der Fläche des Reflexionsprismas *r*, sowie zur ersten Fläche des Prismas P_1 stehen. Diese Justirung wird mit Hilfe eines Gauss'schen Oculars vorgenommen, welches an Stelle des Oculars des Beobachtungsfernrohres, sowie an Stelle des Spaltes eingeschoben wird. Um sämmtliche Spiegelbilder zur Deckung zu bringen mit dem Fadenkreuze des Gauss'schen Oculares, können die Fernrohrträger mittels Zug- und Druckschrauben gehoben und gesenkt, die Prismen *r* und P_1 gedreht werden. Das Prisma P_1 (ebenso P_2 und P_3) ist um eine Axe

unter der Mitte der unteren Fläche drehbar und zwar mittels Anziehen bezw. Zurückschrauben der beiden normal gegen die der brechenden Kante gegenüber liegende Fläche wirkenden Schrauben. Um endlich die Träger R_1, R_2 und R_3 des Reflexionsprismas R so einzustellen, dass die Vorderfläche des letzteren senkrecht zur Verbindungslinie $a\,d$ stehe, so dass also der Strahl nach der Reflexion parallel zu seiner Eintrittsrichtung zurückgehe, können diese Träger ebenfalls um ihre Mitte gedreht und durch eine in Schlitz gehende Schraube fixirt werden. Die Justirung der Prismenkette erfolgt natürlich allmälig von P_1 bis R_3 fortschreitend und ist beendet, wenn bei Stellung des Reflexionsprismas R in die Träger R_1, R_2 oder R_3 jede Linie des Spectrums im Beobachtungsfernrohre eingestellt bleibt. Es ist leicht ersichtlich, dass solches nur dann möglich ist, wenn die Prismen wirklich für jeden beobachteten Strahl im Minimum der Ablenkung stehen.

Der ganze Apparat ist auf einem starken Stativ montirt, in Azimuth und Höhe beliebig verstell- und festklemmbar.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Die Ausstellung von Lehrlings-Arbeiten der Berliner Gewerbe im Mai 1885.

Die diesjährige Ausstellung von Lehrlings-Arbeiten der Berliner Gewerbe, der wir schon im vorigen Hefte mit kurzen Worten gedacht haben, war von Seiten der Mechaniker-Lehrlinge zahlreich beschickt worden. Die Ausstellung zerfiel in zwei Theile, von denen der eine die praktische, der andere die theoretische Ausbildung der Lehrlinge zur Anschauung brachte.

Betreffs der Ausstellung der praktischen Arbeiten sind seitens der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik eine Reihe von Grundsätzen aufgestellt worden, welche wir in unserem Bericht über die Ausstellung von 1883 (vgl. diese Zeitschrift 1883 S. 103) des Näheren dargelegt haben. Hiernach sollte bei den ausgestellten Arbeiten die Fertigkeit des Lehrlings im Drehen und Feilen, diesen Grundlagen des mechanischen Arbeitens, klar zu erkennen, und bei vorgeschritteneren Lehrlingen auch die Geschicklichkeit im Zusammenpassen einzelner Theile controlirbar sein. Noch mehr als bei der früheren Ausstellung ist in diesem Jahre von Seiten der genannten Gesellschaft Sorge getragen worden, dass diese Gesichtspunkte inne gehalten wurden. Wir können uns darauf beschränken zu constatiren, dass die Ausstellung der praktischen Arbeiten der Mechaniker-Lehrlinge in Folge dessen den Zweck, den man bei Ausstellungen von Lehrlingsarbeiten im Auge hat, wirklich erfüllte.

Den theoretischen Theil bildete die Ausstellung einer speciellen Abtheilung der Handwerkerschule, der unter Leitung von Herrn K. Hrabowski stehenden Fachzeichen-Klasse für Mechaniker. Ausgestellt waren über 100 verschiedene Zeichnungen, die eine Wandfläche von mehr als 30 qm einnahmen. Der Reihenfolge des Unterrichts entsprechend waren dieselben in folgende fünf Gruppen geordnet: 1. Netzabwicklungen, 2. Projectionen und Durchdringungen, 3. Einzelne Instrumententheile, 4. Kleinere und grössere ganze Instrumente, 5. Typische Entwürfe. — Um dem Leser ein anschaulicheres Bild der ausgestellten Zeichnungen zu geben, wollen wir auf den Gang, der beim Zeichenunterricht befolgt wird, ein wenig eingehen. Aufnahme in die Fachzeichen-Klasse für Mechaniker finden nur solche Schüler, die bereits geregelten Zeichenunterricht gehabt haben; hiervon wird nur in einzelnen besonderen Fällen abgewichen. Der vorbereitende Unterricht, der gleichfalls in der Handwerkerschule ertheilt wird, beschränkt sich auf geometrisches und Zirkelzeichnen; bei gänzlich unvorbereiteten Schülern soll dieser Cursus in einem Semester absolvirt werden. Schüler, die schon gezeichnet haben, können denselben bei wöchentlich vierstündigem Unterricht auch in drei Monaten absolviren. Der Gang dieses

Cursus ist folgender: Auf die erste Zeichnung, Flächenmuster, welche dazu geeignet ist, den Schüler an gerade Striche, genaues Eintheilen und Sauberkeit zu gewöhnen, folgen geometrische Aufgaben, z. B. Theilen von Winkeln und Kreisen, Constructionen der Ellipse, der Parabel und der Hyperbel, das Zeichnen nach einem Transversalmaassstab, Abzeichnen gegebener Figuren mit Hilfe von Ordinaten, Verkleinern und Vergrössern mit Hilfe des Reductionsdreiecks u. s. w. Hierauf folgt das Projiciren von einfachen und complicirteren Holzkörpern.

Nach Absolvirung dieses Unterrichts erfolgt der Eintritt in die Fachklasse. Hier wird nur nach körperlichen Modellen, nach Skizzen oder nach Angaben gezeichnet; Vorlagen sind ganz ausgeschlossen, weil das Copiren von Zeichnungen stets mehr oder weniger mechanisch geschieht. Es werden nur solche Aufgaben gestellt, die für den einzelnen Schüler von praktischem Werthe sind. Aus dem Gebiete der darstellenden Geometrie werden Proportionen, Schnitte und Durchdringungen angefertigt und zwar nur von solchen Körpern, die in der Mechanik Verwendung finden. Hierauf folgt das Entwerfen einzelner Theile von Instrumenten und ganzer Instrumente; hierbei werden Constructions- und Werkstattzeichnungen unterschieden. Erstere sollen dem Constructeur von dem Wirken der einzelnen Theile Rechenschaft geben, bei letzteren ist das Hauptgewicht auf Anschaulichkeit gelegt, so dass auch ein Gehilfe, der wenig von Zeichnungen versteht, danach arbeiten kann; bei beiden wird die Aufmerksamkeit der Schüler darauf gerichtet, mit möglichst wenigen Figuren ein Instrument in allen seinen Theilen darzustellen. Endlich folgen Entwürfe typischer Instrumente und Hilfseinrichtungen; von diesen waren 30 Zeichnungen ausgestellt; dieselben sind die schwierigsten, aber instructivsten des ganzen Unterrichts. Sie sind deshalb so schwierig, weil sie nur zum sehr geringen Theil nach Modellen gezeichnet werden können und meist frei unter Zuhilfenahme von Abbildungen in fachwissenschaftlichen Werken entworfen werden müssen. Der Schüler wird hierdurch gezwungen, nachzudenken und sich gelegentlich selbst zu helfen, sein Erfindungstalent wird angeregt und endlich erhält er eine gewisse Kenntniss der Fachliteratur.

Dieser Unterrichtsgang ist nach Vorschlägen der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, wobei sich die Herren Fuess und Bamberg besonders bemüht haben, von dem Director der Handwerkerschule Herrn Jessen festgesetzt und wird von Herrn Hrabowski in verständnissvollster und hingebendster Weise innegehalten und selbständig weiter entwickelt. Die stattliche Anzahl und die Qualität der ausgestellten Zeichnungen boten den besten Beweis dafür, dass der Unterricht dieses Herrn gedeihliche Früchte trägt. Dies wurde auch von Seiten der die Ausstellung am 19. Mai besuchenden Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik rückhaltlos anerkannt und Herrn Hrabowski der Dank des Vorstandes ausgesprochen.

Die Fachzeichenschule wurde im Wintersemester 1884/5 in der Abendklasse von 40, in der Sonntagsschule von 43 Schülern besucht. Vielleicht ist diese Zahl, wie schliesslich bemerkt werden mag, schon zu gross, um einem Lehrer die richtige Würdigung und Entwicklung der Individualität des einzelnen Schülers zu ermöglichen, und die Einrichtung von Parallelklassen dürfte sich deshalb wohl bald als nothwendig herausstellen.

Referate.

Ueber die Galvanometer mit krummlinigen Rahmen.

Von A. Gaiffe. *Compt. Rend.* ***100.*** *S. 794.*

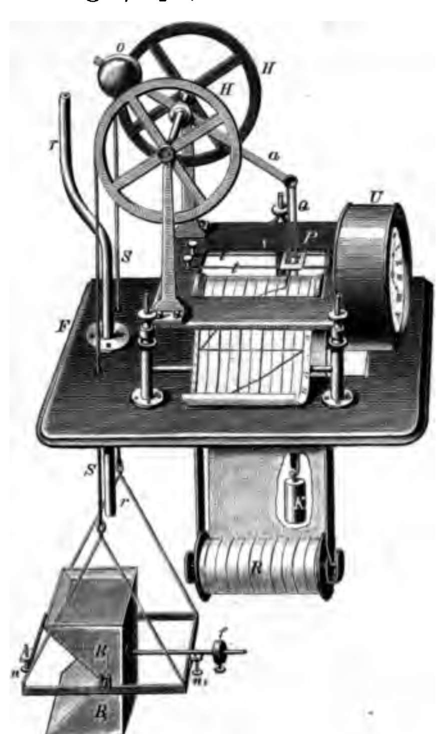
Verfasser hat bereits vor einigen Jahren (vgl. diese Zeitschr. 1882 S. 33) ein Galvanometer mit elliptischem Multiplicator beschrieben, bei dem die Ablenkungen der

Nadel bis etwa 35° zu beiden Seiten der Ruhelage den Stromintensitäten proportional sind. Er hat nun die Aufgabe, durch besondere Formen der Multiplicatorrolle Galvanometer zu erhalten, bei denen die Nadelablenkungen den Stromintensitäten proportional sind, empirisch weiter verfolgt und ist zu verschiedenen Constructionen gelangt. Definitiv angenommen hat er dann eine Disposition, bei welcher der Draht in Riefen des Rahmens so gewickelt ist, dass jeder zur Schwingungsebene der Nadel parallele Schnitt nahezu die Form zweier Brennlinien zeigt, die mit ihren concaven Seiten einander so gegenüberstehen, dass die einspringenden Spitzen derselben in der Nähe der Rotationsaxe der Nadel liegen. Bei dieser Wicklung bildet einerseits die Nadel in allen Lagen nahezu gleiche Winkel mit den in der Nähe der Pole liegenden Theilen des Multiplicatordrahtes, andrerseits liegt der Magnetpol dem Stromkreise in dem Maasse näher, als die Einwirkung des Erdmagnetismus auf die Nadel grösser wird. Die Ausschläge der Nadel sind in dem beschriebenen Galvanometer bis etwa 70° zu beiden Seiten der Ruhelage den Stromstärken proportional. *L.*

Registrirender Regenmesser (Ombrograph) nach dem Princip der Sinuswaage.[1])

Von Capt. G. Rung. *Meteorol. Zeitschr. 1. S. 462.*

Von einem auf dem Dache angebrachten trichterförmigen Auffangegefäss, dessen Oeffnung 0,1 qm, also so bemessen ist, dass einem Millimeter Regenhöhe ein Gewicht von 100 g entspricht, führt ein Rohr *r* die gesammelten Wassermengen nach einem Gefäss *B*. das mittels zweier Zapfen auf einem horizontalen, an den Schnüren *S S* hängenden Rahmen ruht. Das Gefäss, welches sich unterhalb der Tischplatte *F* befindet, damit keine Feuchtigkeit an das Instrument selbst kommt, besteht aus zwei keilförmig gestalteten Fächern und leert sich selbstthätig nach Aufnahme von je ½ kg Wasser, einer Regenhöhe von 5 mm entsprechend. Hat *B* dieses Wasserquantum aufgenommen, so kippt es in Folge der allmäligen Schwerpunktverlegung plötzlich nach links um und zwar mit solcher Vehemenz, dass der Arm mit dem kleinen Gewicht *f* über die todte Lage geworfen wird und nun einerseits die Drehung soweit fortsetzt, dass das zweite Fach B_1 nach oben kommt, bereit, den nächsten aus dem Rohr *r* fallenden Tropfen aufzufangen. Der Arm legt sich dann auf die andere Schraube *n* auf. Wird dann B_1 mit ½ kg Wasser gefüllt, so kippt es wieder nach rechts um, wodurch die in der Figur gezeichnete Lage wieder hergestellt wird. Die Schrauben *n* und n_1 sowie das verstellbare Gewicht *f* dienen dazu, die Entleerungen richtig zu justiren. Unter der Tischplatte *F* befindet sich ein langer Streifen Papier auf einer Rolle *R* aufgewickelt, hinreichend für ein halbes Jahr oder länger. Von hier geht der Streifen durch die Tischplatte und um einen horizontal liegenden Cylinder, welcher in der Weise von einer 8 Tage gehenden Uhr *U* getrieben wird, dass das Papier sich in der Stunde um 2 cm vorwärts bewegt. Mit Hilfe einer in der Figur nicht angegebenen Einrichtung markirt die Uhr auch Stundenintervalle auf



[1]) Vergl. auch die Notiz in der Patentschau dieses Heftes. S. 255.

dem Papierstreifen, der so eingetheilt ist, dass die Zehntel eines Millimeters Regenhöhe direct abgelesen werden können.

Das veränderliche Gewicht des Gefässes *B* wird nun auf dem von der Uhr bewegten Papiere dadurch aufgezeichnet, dass die Schnüre *S S* an den Rädern *H H* befestigt sind, welche auf derselben Axe wie der Arm *a* sitzen, dessen Gewicht durch das Gegengewicht *o* aufgehoben wird.

Am Ende von *a* ist mittels der geschlitzten Stange *Q* das Gewicht *K* von 375 g angehängt. Bezeichnet dann *r* den Radius der Räder *H H, e* die horizontale Entfernung der Stange *Q* von der Axe und *G* das Gewicht des in *B* befindlichen Wassers, so ist die Bedingung des Gleichgewichtes:

$$K e = G r$$

oder

$$e = \frac{r}{K} G.$$

Da *r* und *K* constant sind, so folgt, dass die Entfernung *e* proportional dem Wassergewicht *G* wächst, dass also gleichen Zunahmen von *G* auch gleiche Zuwachse von *e* entsprechen. Der Radius *r* der Räder beträgt 75 mm; es wird also für $G = 500$ g, den grössten Werth, den *G* annehmen kann, $e = \frac{75 \text{ mm. } 500 \text{ g}}{375 \text{ g}} = 100$ mm und somit bewegt sich die Stange *Q* bei jeder Gewichtsvermehrung von 5 g, gleich $^1/_{20}$ mm Regenhöhe um 1 mm weiter.

Die Aufzeichnung auf dem Papier wird durch ein kleines, gebogenes Silberröhrchen ausgeführt (sogen. Siphonschreiber), dessen eines Ende in einem länglichen Blechtrog, welcher die Farbe enthält, entlang gleitet, während das andere auf dem Papier über dem Cylinder ruht und eine continuirliche Curve zeichnet. Diese Schreibfeder ruht auf einem kleinen Schlitten *P*, der nach rechts und links durch die Stange *Q* längs zweier Drähte *t t* bewegt wird. Der Farbetrog befindet sich unterhalb der oberen Platte des Apparates und ist in der Figur nicht mitgezeichnet. In dem Augenblick, in welchem ½ kg Wasser in *B* gesammelt ist, wird die Feder ihre äusserste Stellung erreicht haben und auf den Strich des mit Eintheilung versehenen Papierstreifens zeigen, der 5 mm Regenhöhe angiebt und gleichzeitig mit der Entleerung von *B* nach der Null-Linie zurückgehen, eine gerade Linie zeichnend, wie auf der Figur angedeutet ist.

Das Princip dieser selbst registrirenden Sinuswaage[1]) kann auch angewendet werden zur Aufzeichnung anderer meteorologischer Elemente, z. B. der Verdunstung. Aber auch zu anderen Zwecken wird man sie benutzen können, wie z. B. zu der Untersuchung der Gewichtsveränderungen von Pflanzen bei deren Wachsthum, von Kerzen bei deren Verbrennung u. s. w., um so mehr als es leicht ist, die Empfindlichkeit des Apparates, d. h. die Zunahme von *e*, die einer bestimmten Gewichtsvermehrung entspricht, durch einfache Veränderung des Gewichtes *K* abzuändern. Würde z. B. das Gewicht *K* doppelt so gross gewählt, so würde nach den obigen Gleichungen erst ein Gewicht von 10 g eine Verschiebung des Schreibstiftes um 1 mm bewirken.

Der Apparat ist in der Werkstatt von Kemp und Lauritzen in Kopenhagen ausgeführt worden. *Ln.*

Apparat zum Filtriren und Trocknen leicht oxydirbarer Niederschläge.

Von W. Bachmeyer. *Zeitschr. f. anal. Chemie.* 24. *S.* 59.

Verfasser setzt den Trichter mittels eines Pfropfens in die Verengung eines unten in eine Röhre auslaufenden cylindrischen Glasgefässes ein. Dasselbe sitzt mit seiner Röhre

---

[1]) Vom Verf. so genannt, weil die Entfernung *e* proportional dem Sinus des Anschlagwinkels des Armes *a* gegen die Verticale ist.

luftdicht in einer Flasche, welche mit seitlichem Tubus und einem in der Nähe des Bodens befindlichen, mit Hahn verschliessbaren Ausflussrohre versehen ist. Das cylindrische Glasgefäss wird oben durch einen verschraubbaren Messingdeckel mit zwei Oeffnungen verschlossen; durch die eine führt ein Rohr mit zwei Hahnen und seitlichem Ansatzrohr, welches mit einer Pumpe verbunden werden kann, zum erwähnten seitlichen Tubus der Flasche, während die andere von einem gebogenen Rohre durchsetzt wird, das oberhalb des Trichters mündet und aus dem mit der zu filtrirenden Flüssigkeit beschickten Kolben kommt, in dem man es nach Bedarf oberhalb oder unterhalb des Flüssigkeitsniveaus ausmünden lassen kann. Durch den dreifach durchbohrten Stopfen des Kolbens geht ausserdem ein bis zum Boden reichendes Trichterrohr, welches zum Einfüllen von Waschwasser dient, und das Zuleitungsrohr für einen indifferenten Gasstrom. Nachdem der Apparat mit dem Gas gefüllt ist und der Niederschlag mit Hilfe der Pumpe in leicht ersichtlicher Weise auf das Filter gebracht und ausgewaschen ist, wird das cylindrische Glasgefäss sammt Inhalt von den übrigen Theilen des Apparates getrennt und nach Verschluss aller Oeffnungen in den Trockenschrank gebracht. *Wgsch.*

Ueber analytische Operationen und Apparate. I.

Von R. Wollny. *Zeitschr. f. analytische Chemie.* 24. *S. 47.*

A. Filtrirapparat für quantitative Analysen: Auf den in gewöhnlicher Weise mit einer dickwandigen Flasche und der Pumpe verbundenen Trichter ist eine kurze, cylindrische, oben trichterförmig erweiterte Röhre, deren Durchmesser dem der Trichteröffnung ungefähr gleich ist, mittels Glasschliffes aufgesetzt. Dieser Theil trägt das cylindrische Fällungsgefäss, welches unten in ein schräg abgeschnittenes, oberhalb des Filters endendes Rohr ausläuft. Ein sehr gut eingeschliffener, am Ende eines Glasstabes sitzender Stöpsel schliesst dieses Rohr ab. Nachdem die Fällung bewirkt ist, lässt man durch Lüften des Stöpsels die Flüssigkeit sammt Niederschlag auf das Filter laufen. Weitere Details, welche das Auswaschen durch Decantiren, das Fällen bei Siedhitze, das Filtriren im Wasserstoff- oder Kohlensäurestrome u. s. w. ermöglichen, mögen im Original nachgelesen werden. Der Apparat vermindert die Gefahr eines Verlustes beim Ueberführen des Niederschlags vom Fällungsgefäss auf das Filter wesentlich.

B. Extractionsapparate. Verfasser beschreibt zwei Extractionsapparate für feste Körper und einen für Flüssigkeiten (letzteren in mehreren Modificationen). Da eine genaue Beschreibung derselben sich nicht wesentlich kürzer als im Original geben lässt und dies hier zu weit führen würde, so soll im Folgenden nur ihre Wirkungsweise kurz charakterisirt werden. Der erste Extractionsapparat für feste Körper ist so eingerichtet, dass die in einem Kochkolben entwickelten Dämpfe zuerst die in einer Papierpatrone enthaltene zu extrahirende Substanz passiren und dann in den Kühler gelangen. Die condensirte Flüssigkeit sammelt sich in einem Becken, fliesst von dort durch einen intermittirenden Heber auf die feste Substanz und durch ein unter dem Niveau der im Kolben siedenden Flüssigkeit mündendes Rohr in den Siedekolben zurück. Letzterer kann auch so modificirt werden, dass er zugleich als Pyknometer zur Bestimmung des specifischen Gewichtes des Extracts dienen kann.

Beim zweiten Extractionsapparat sammelt sich die condensirte Flüssigkeit in dem Behälter für die zu extrahirende Substanz. Die im Siedekolben entwickelten Dämpfe strömen ebenfalls in diesen Raum und zwar derart, dass die feste Substanz sammt der condensirten Flüssigkeit in lebhafter Bewegung erhalten wird. Der Rückfluss der condensirten Flüssigkeit in den Siedekolben findet durch eine Art Heberrohr statt, welches man continuirlich oder intermittirend wirken lassen kann und in welchem ein Filter angebracht ist, um das Mitreissen des festen Körpers zu verhindern.

Bei den Apparaten zum Extrahiren von Flüssigkeiten wird ähnlich wie beim zweiten Apparat für feste Körper der Dampf in die zu extrahirende Lösung eingeleitet. Ueber die nach aufwärts gerichtete Ausströmungsöffnung ist eine beiderseits offene, ganz in der Flüssigkeit befindliche Röhre gesetzt, welche eine regelmässige Mischung und Circulation der Flüssigkeiten hervorruft. Die vom Kühler herabfliessenden Tropfen werden durch einen Trichter aufgefangen, dessen Abflussrohr ebenfalls unter der Mischröhre mündet. Für den Rückfluss des Extractes in den Siedekolben werden drei Constructionen angegeben; die eine ist für den Fall bestimmt, dass die extrahirende Flüssigkeit schwerer ist, als die zu extrahirende Lösung, die zweite für den entgegengesetzten Fall, während die dritte in beiden Fällen brauchbar ist. Endlich beschreibt Verfasser eine kleine Modification des kürzlich in dieser Zeitschrift (dies. Jahrg. S. 130) besprochenen Schwarz'schen Extractionsapparates. Die Apparate des Verfassers, bei denen direct mit dem entwickelten Dampf extrahirt wird, sind nur brauchbar, wenn die beiden Flüssigkeiten sich leicht und rasch trennen, namentlich keine Emulsion bilden, wirken aber dann viel schneller als der Schwarz'sche Apparat, der die Extraction mittels der condensirten Flüssigkeit bewirkt und bezüglich seiner Anwendbarkeit nicht auf so enge Grenzen beschränkt ist.

C. Bezüglich einer Modification der sogenannten innern Kühler und der Aufstellung mehrerer nebeneinander, genügt ein Hinweis auf das Original. *Wgsch.*

Handregulator für elektrisches Licht zur Projection der Spectra.

Von Dr. J. Walter. *Journ. für praktische Chemie. N. F. 31. S. 116.*

Bekanntlich werden bei der Darstellung der Spectra für Vorlesungszwecke Kohlenstückchen, die mit Salzen der Elemente, deren Spectra vorgeführt werden sollen, getränkt sind, in den Krater der unteren, positiven Elektrode eines Dubosq'schen Regulators geworfen. Durch das grelle Licht geblendet, verfehlt der Experimentator häufig die richtige Stelle, so dass der Versuch nur selten mit der nöthigen Präcision verläuft. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, benutzt Verf. etwa 50 mm lange Kohlenstäbchen, die direct mit den betreffenden Salzen getränkt sind, als positive Elektroden; dieselben werden radial in den mit Löchern versehenen Rand einer 15 mm starken Messingscheibe von etwa 50 mm Durchmesser eingesteckt. Bei dem beschriebenen Exemplar hat der Rand der Scheibe 11 Löcher, so dass also 11 mit verschiedenen Salzen getränkte Kohlenstäbe befestigt werden können. Die Scheibe ist an einer horizontalen Axe befestigt, die in einem mittels Zahnstange vertical verschiebbaren Lager ruht und durch Hand gedreht werden kann. An dem anderen Ende der Axe ist eine zweite Scheibe mit wellenförmiger Peripherie angebracht, in deren Vertiefungen eine Sperrfeder eingreift, welche die Scheibe in beliebiger Lage festhält; am äussersten Ende der Axe befindet sich ein Handgriff. Auf der wellenförmigen Scheibe sind auf der dem Experimentator zugewandten Seite die Zeichen der Elemente eingravirt, mit denen die correspondirenden Kohlenstäbe getränkt sind, so dass dieselben also bequem in die für das Experiment geeignete Lage gebracht werden können; die Drehung der Axe kann in beiden Richtungen erfolgen. Die zweite Elektrode besteht entweder in einer excentrisch befestigten Kohlenscheibe oder in einem Kohlenstabe, der mittels Zahnstange vertical verschiebbar ist. Der Strom wird dem Axenlager bezw. dem Kohlenhalter durch angelöthete Kupferspiralen oder eingelegte Federn zugeführt. *L.*

Modificirtes Zulkowsky'sches Azotometer.

Von A. Gawalowski. *Zeitschr. f. analytische Chemie. 24. S. 61.*

Verfasser beschreibt zwei Modificationen. Die eine unterscheidet sich von dem Ludwig'schen Azotometer (Chem. Berichte *13*, S. 883) nur ganz unwesentlich dadurch,

dass das graduirte und das nicht graduirte Rohr gleiche Weite haben und letzteres nicht in eine Kugel endigt. Beachtenswerth ist die vorgeschlagene Art der Füllung. Bei der zweiten Modification befindet sich das graduirte Rohr in dem als Behälter für die Kalilauge dienenden. Letzteres hat den Zu- und Abflusshahn für die Lauge an einem unteren Ende, während die Gase in das Messrohr an einem oberen durch einen vom Verfasser angegebenen Centralhahn eintreten. *Wgsch.*

Elektricitätszähler.

Von Dr. H. Aron. *Elektrotechn. Zeitschr. 1884. S. 480.*

Die allgemeine Aufgabe, die ein Elektricitätszähler zu lösen hat, besteht darin, die in einer bestimmten Zeit gelieferte und verbrauchte elektrische Energie (nach der vom Pariser Congress adoptirten Bezeichnung also in Watt) mit möglichster Genauigkeit zu messen und die Summe von $EIdt$ zu registriren, wenn E die elektromotorische Kraft, I die gleichzeitig bestehende Stromintensität und dt den kleinen Zeitabschnitt bezeichnet, in dem jene herrschten. Da aber in der Praxis im Allgemeinen mit gleichmässigen Spannungen gearbeitet wird, genügen meist Apparate, die nur die Summe Idt, die Elektricitätsmenge, Coulomb's, registriren und die man daher als Coulombzähler bezeichnet. (In dieser Zeitschrift ist über mehrere derartige Apparate berichtet.) Verf. hat beide Aufgaben mit zwei Apparaten, die als Modificationen des nämlichen Princips auftreten, zu lösen versucht. Dieselben beruhen darauf, dass der Gang einer Uhr, der ja durch die Einwirkung der Erdanziehung auf ein Pendel regulirt wird, sich ändert, wenn auf das Pendel noch eine fernere Kraft wirkt. Der Coulombzähler besteht nun in einer Uhr, deren Pendelstange statt einer Linse einen Stabmagneten trägt, unter welchem sich eine flache Rolle befindet; Aufstellung und Dimensionen derselben sind so gewählt, dass das Pendel nicht über ihren Rand hinausschwingt; die magnetische Kraft der Rolle ändert sich während der Schwingung des Pendels nicht wesentlich. Der ganze zu messende Strom wird durch die Rolle geleitet, die für stärkere Ströme eine kleinere Anzahl Windungen dicken Drahtes, für schwächere Ströme eine grössere Anzahl Windungen dünnen Drahtes hat. Die durch die Einwirkung der Inductionsrolle auf den Magneten des Pendels erfolgende Abweichung der Uhr vom normalen Gange giebt ein Maass für die Stromstärke, die resultirende Abweichung in einer gewissen Zeit stellt die Summe der in den einzelnen kleinen Zeittheilen erfolgten Abweichungen, multiplicirt mit der Dauer dieser Zeittheilchen dar. Wäre nun die Beschleunigung oder Verzögerung des Ganges der Uhr unter dem Einflusse des Stromes in jedem Augenblicke der Stromintensität proportional, so würde die in einer bestimmten Zeit erfolgte Abweichung der Uhr des Apparates gegen eine Normaluhr unmittelbar die gesuchte Summe von Idt bis auf einen ein für alle Mal zu bestimmenden constanten Factor in Coulomb's angeben. Diese genaue Proportionalität könnte aber, wie eine leichte Rechnung zeigt, nur erreicht werden, wenn man die beschleunigende oder verzögernde Wirkung des Stromes sehr klein gegen die Wirkung der Schwerkraft auf das Pendel wählt. Hierdurch würde aber der Einfluss der Gangfehler der Uhr auf das Resultat wesentlich vergrössert und die Empfindlichkeit des Apparates verkleinert werden. Verf. wählt die Grösse jener Stromwirkung auf das Pendel, (die unter allen Umständen gegen die Schwerkraft klein ist) so, dass in der Potenzreihe, durch welche die Wirkung des Stromes dargestellt werden kann, noch das quadratische Glied zu berücksichtigen ist. Da das Zeichen dieses Gliedes demjenigen des ersten Gliedes entgegengesetzt ist, so wird dem Strom eine Richtung gegeben, dass die Wirkung desselben auf das Pendel eine beschleunigende ist; die dem Quadrate der Stromintensität proportionale Verzögerung wird durch Bekleidung des Magnetstabes mit einer passenden Menge weichen Eisens, dessen temporärer Magnetismus die gewünschte Correctur liefert, eliminirt. Voraussetzung ist hierbei, dass

der Magnet selbst aus bestgehärtetem Stahl hergestellt ist, da andernfalls der in dem Magneten selbst auftretende temporäre Magnetismus die Grösse der gewünschten corrigirenden Kraft leicht wesentlich überschreitet. Um einen Begriff von der Grösse der Angaben des Apparates zu geben, sei erwähnt, dass bei zwei ausgeführten Formen, der einen, auf 30 Lampen berechneten für 1000 Ampère-Stunden, der anderen auf 100 Lampen berechneten für 3000 Ampère-Stunden, sich eine Voreilung der Uhr von etwas über zwei Stunden ergab.

Nach demselben Princip ist ein Watt-Zähler construirt, der also die Summe von $EIdt$ zu registriren hat. Bei diesem Apparat ist der Magnet des Uhrpendels durch eine in den Strom eingeschaltete Rolle ersetzt. Doch mussten hier, um dem Apparate die nöthige Empfindlichkeit zu geben, statt einer Inductionsrolle unter dem Pendel zwei solche seitlich so angebracht werden, dass ihre Axen in der Schwingungsebene des Pendels liegen und zwar so, dass die schwingende Rolle in ihre Höhlungen hineinschwingt: die Rollen sind so gewickelt, dass ihre Wirkungen sich gegenseitig verstärken. Die oben besprochene Correctur wird in diesem Falle durch Einbringung einer bestimmten Menge weichen Eisens in die schwingende Rolle erzielt; hier wird in Rücksicht auf diese Correctur der Apparat so arrangirt, dass durch den Strom der Gang der Uhr verlangsamt wird. Vergleichende directe Messungen der Stromstärken ergaben eine vorzügliche Uebereinstimmung mit den Angaben der beschriebenen Apparate; allerdings hört diese Uebereinstimmung beim Wattzähler auf, wenn der Strom plötzliche, kurze Schwankungen zeigt.

Zur automatischen Registrirung der Abweichung der zu diesen Apparaten umgeformten Uhr gegen eine Normaluhr kann ein Differenzialzähler dienen, der so aus zwei Zählwerken, die je von einer Uhr durch Schnurtrieb getrieben werden, combinirt ist, dass von der einen die Zifferblätter, von der andern die Zeiger getrieben werden. Die Axen der letzteren durchsetzen die hohlen Axen der ersteren; beide Axen sind von einander unabhängig.

Ein auf demselben Grundgedanken beruhender Wattzähler ist bereits 1882 von Ayrton und Perry construirt, aber wenig bekannt worden; doch beruhen die Aron'schen Apparate auf durchaus unabhängigen Constructionen. *L.*

Neu erschienene Bücher.

Das Linear-Roll-Planimeter (System Hohmann-Coradi). Von Fr. Hohmann. Erlangen. A. Deichert. M. 1,00.

Verfasser, durch seine Constructionen von Planimetern bekannt, beschreibt hier die Einrichtung eines von seinem Mitarbeiter auf diesem Gebiete, G. Coradi in Zürich, neu angegebenen Linearplanimeters, das die Geradführung des Fahrarmdrehpunktes in der Richtung der Ordinatenaxe in anderer Weise als mittels eines schweren Lineals mit Nut ermöglicht. — Das Instrument ruht auf der Planimeterunterlage mittels zweier Rollen auf. Dieselben sind an einer in zwei Spitzen endigenden Axe befestigt, haben genau gleichen Durchmesser und bewegen sich daher bei rein rollender Umdrehung in gerader Parallelrichtung. Die Spitzen der Axe sind in entsprechenden Vertiefungen zweier Stellschrauben gelagert, welche einen Rahmen und auf ihm die übrigen Theile des Instrumentes tragen; letztere haben ganz die Einrichtungen des früher vom Verfasser angegebenen freischwebenden Präcisionsplanimeters. Die Bewegung der Führungsrollen wird durch einen an ihrer Axe befestigten gezahnten Conus mittels eines zweiten Zahnrades auf die Messscheibe und Messrolle übertragen. Der Drehungspunkt des Fahrarmes erhält durch die beiden Führungsrollen eine geradlinige Führung.

Der Beschreibung des Instrumentes, die wir hier nur andeuten konnten, lässt Verf. eine Theorie desselben folgen, der sich noch Bemerkungen über Prüfung und Gebrauch, sowie über Genauigkeit der Messung anschliessen. *W.*

Hand-Book and Illustrated Catalogue of the Engineers and Surveyors Instruments made by Buff & Berger. Boston, Mass. 60 Cents.

Wenn wir von unserem Principe, über Kataloge und Preisverzeichnisse von Mechaniker-Firmen an dieser Stelle keine Notizen zu bringen, im vorliegenden Falle einmal abweichen, so geschieht es nur deshalb, um unsere Deutschen Mechaniker auf die praktische Art aufmerksam zu machen, mit der die obengenannte Amerikanische Firma ihren Katalog ausgestattet hat.

Zunächst wird eine allgemeine Beschreibung der generellen Einrichtungen der Instrumente, wie Fernrohre, Niveaus, Theilungen u. s. w. gegeben. Hieran schliessen sich Rathschläge für die Behandlung der Instrumente, worauf dann genaue Beschreibungen der einzelnen Instrumente, ihre Theorie, Prüfung, Gebrauch und Genauigkeit folgen. Einzelnen Instrumenten sind eingehende Abhandlungen gewidmet, was dem Käufer in vielen Fällen sehr willkommen sein muss. Erwähnt mag ein Theodolit für topographische und tachymetrische Zwecke werden, bei welchem die übliche Orientirung mittels Bussole verlassen ist und statt dessen Einrichtungen zur astronomischen Festlegung des Niveaus (mittels Sonnenmessung) vorgesehen sind; wie wir hören, haben diese Instrumente auch bei uns schon Eingang gefunden. Bemerkenswerth ist, dass die Firma Buff & Berger in Boston durchweg Fussgestelle mit vier Fussschrauben anwendet.

Das der Redaction übersandte Exemplar des Katalogs steht behufs Einsicht den sich dafür interessirenden Herrn Mechanikern gern zur Verfügung. *W.*

E. Lucas. Le calcul et les machines à calculer. 31 S. mit Figuren. Paris, Chaix.

E. Plechowski. Die Weltzeit, populär dargestellt. Wien, Konegen. M. 0,40.

J. Beglinger. Das Weltgesetz oder neue Theorie der allgemeinen Schwere. Zürich, Meyer & Zeller. M. 6,50.

A. Blümcke. Ueber die Bestimmung des specifischen Gewichtes solcher Flüssigkeiten, deren Existenz an das Vorhandensein hohen Druckes gebunden ist. Inauguraldiss. 20 S. m. 2 Tafeln. Erlangen.

O. Bockmann. Ueber den elektrischen Widerstand des Mikrophonkohlencontactes während der Bewegung. Inauguraldiss. 24 S. mit 3 Tafeln. Erlangen.

J. Brunner. Ueber die Constanten einiger galvanischen Elemente. Programm des Gymnasium in Feldkirch. 29 S.

G. Fousseau. Recherches expérimentelles sur la résistance électrique des substances isolantes. 119 S. Paris, Gauthier-Villars.

H. Gebert. Wirkung cylindrischer und kegelförmiger Resonatoren an singenden Flammen. Inauguraldiss. 20 S. u. 1. Taf. Erlangen.

V. A. Julius. Bijdrage to de theorie der capilaire verschijnselen. Uitgegeven door de koninklijke akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Amsterdam. J. Müller. 1 fl. 20 c.

S. Maissonnence. Conférence sur la lumière électrique. 154 S. mit Figuren u. Tafeln. Nantes, Mellinet & Co.

H. M. Mott. The fallacy of the present theory of Sound. New-York, Wiley & Sons. 1 D.

S. V. Wroblewsky. Ueber den Gebrauch des siedenden Sauerstoffes, Stickstoffs, Kohlenoxyds, sowie der atmosphärischen Luft als Kältemittel. Wien, Gerold's Sohn. M. 1,20.

J. Bauschinger. Mitth. aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der k. technischen Hochschule in München. 12. Heft. München, Ackermann. M. 10,00.

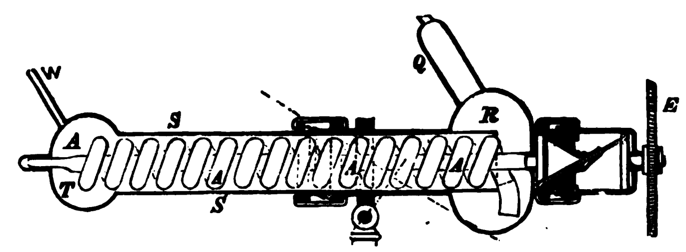
P. Groth. Physikalische Krystallographie mit Einleitung in die krystallograph. Kenntniss der wichtigeren Substanzen. Leipzig, Engelmann. M. 16,00.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

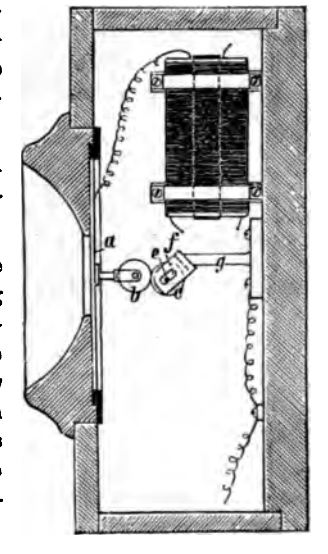
Luftpumpe. Von C. H. Stearn in London. No. 31023 vom 28. Juli 1884.

Die Luft steht in der hohlen Spirale oder Schraube *A*, welche in Quecksilber oder einer anderen Flüssigkeit mit Hilfe von Kegelrädern so rotirt, dass die obere Mündung der Spirale während eines Theiles ihrer Umdrehung von Quecksilber nicht bedeckt ist. Mit dem zu entleerenden Gefäss ist die Spirale durch die Erweiterung *T* des Mantels *S* und die Röhre *W* so verbunden, dass sie bei jeder Umdrehung eine Quantität der in *T* enthaltenen Luft erfasst und nach Art einer Transportschnecke fortschafft nach der unteren Kammer *R*, von wo die Luft durch das Rohr *Q* mittels einer Hilfspumpe abgeführt wird. — Der Zweck der Einrichtung ist, wenn die Schnecke der Zeichnung entsprechend horizontal liegt, nicht recht klar. Augenscheinlich kann dann die Luftverdünnung in der Kammer *A* nicht stärker werden als die von der Hilfspumpe in *R* erzeugte und es wäre daher einfacher, die Hilfspumpe unter Fortlassung des ganzen übrigen Mechanismus direct mit dem Rohr *W* in Verbindung zu setzen. Vielleicht aber soll mit fortschreitender Verdünnung die Schnecke um das darunterliegend gezeichnete Charnier mehr und mehr geneigt und durch die Hilfspumpe nur der Stand des Quecksilbers in dem Mantel *S* passend regulirt werden.



Neuerung an dem unter No. 28444 patentirten Mikrophon. (Zusatz-Patent zu No. 28444 v. 2. Decb. 1883.) Von M. Tenzer in Spandau. No. 30139 v. 14. Juni 1884.

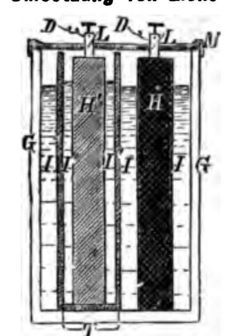
Um die bei der Lagerung der losen Kohlenrolle, wie solche im Hauptpatente angegeben ist, auftretende starke Reibung zwischen den seitlich angebrachten Scheiben und der schalenartig gebogenen Platte thunlichst zu vermindern, ist hier die Rolle *c* mittels Zapfen *e* in den schrägen Schlitzen *f* des Halters *g* gelagert. Bei normaler Lage liegt der Drehpunkt der losen Rolle *c* etwas tiefer als derjenige der festen Rolle *b*, so dass bei hinreichendem Druck zwischen beiden Rollen doch nie eine völlige Trennung derselben bei starken Schwingungen der Membran *a* stattfinden kann.



Bürette mit selbstthätiger Einstellung. Von O. Licht in Sudenburg-Magdeburg. No. 30942 vom 12. Juni 1884. (Zusatz zum Patent No. 27125 vom 20. October 1883.)

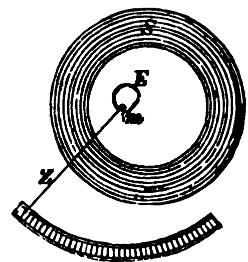
An Stelle des äusseren seitlichen Abflusses (wie beim Hauptpatent) ist im Innern der Bürette ein Röhrchen angebracht, dessen waagerechte Oeffnung mit der Einstellmarke zusammenfällt. Dieses Röhrchen ist nach unten durch die Wandung der Bürette geleitet.

Umsetzung von Licht in Elektricität. Von G. Steinle in Wiesbaden. No. 30294 vom 24. Mai 84.



Zur Umsetzung von Licht in Elektricität benutzt Erfinder ein Element von folgender Zusammenstellung. Ein Glasgefäss G ist oben durch eine isolirende Hartgummiplatte gasdicht abgeschlossen. In das Glasgefäss ist die poröse Thonzelle T gesetzt. Sowohl das Glasgefäss, als auch die Thonzelle ist mit verdünnter Salpetersäure angefüllt. In die Salpetersäure I' der Thonzelle taucht der feste Leiter H', aus einem stark kohlehaltigen Gusseisenprisma bestehend. In die Salpetersäure I des Glasgefässes taucht der feste Leiter H, aus Retortenkohle bestehend. In der Salpetersäure I befindet sich ausserdem Chlorsilber bezw. Brom- oder Jodsilber vertheilt. Durch die Glaswände des Gefässes G hindurch kann somit eine directe Einwirkung des Lichtes auf diese Silbersalze stattfinden. Durch die Metallstäbe L stehen die beiden festen Leiter, Kohle und Gusseisen, in leitender Verbindung mit den Drähten D.

Durch die chemische Verbindung der Säure mit Silber und Chlor, Brom oder Jod wird Elektricität entwickelt und die gebildeten Silbersalze werden wiederum durch die chemische Wirkung des Lichtes reducirt.

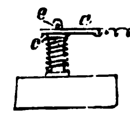


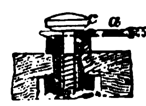
Strom- und Spannungsmesser. Von S. Schuckert in Nürnberg. No. 30486 vom 25 April 1884.

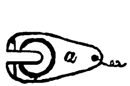
Der Eisenkörper E (eine Blechröhre) ist um eine mit Zeiger Z versehene Axe m drehbar. E ist entweder, wie in der Figur, innerhalb oder ausserhalb eines Solenoids S in der Weise angeordnet, dass das Solenoid nicht eine axiale, sondern eine seitliche Anziehung auf den Eisenkörper ausübt, welche entweder dem Eigengewicht des Eisenkörpers E und Zeigers Z, oder einer auf diese wirkenden Federkraft entgegenwirkt und durch die grössere oder geringere Bewegung dieser Theile aus ihrer Ruhelage die in dem Solenoid herrschende Stromstärke anzeigt. Die Axe, um welche sich der Eisenkörper dreht, braucht nicht wie in der Figur parallel zur Solenoidaxe zu stehen, sondern kann mit dieser einen beliebigen Winkel einschliessen.

Neuerungen an elektrischen Contactklemmen. Von Léonce de Combettes in Paris. No. 30289 vom 20. April 1884.

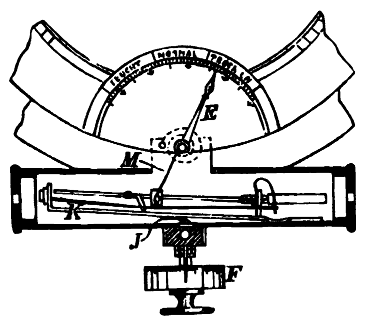
Bei diesen Contactklemmen kommt ein den Contact vermittelndes Gabelstück a zur Anwendung, welches zwischen die federnd aufeinander gedrückten Contactflächen c und e eingeschoben wird. Die Anordnung der federnden Contactflächen kann eine sehr verschiedene sein; die Figuren zeigen hiervon zwei Beispiele.







Haarhygrometer mit Compensationsvorrichtung. Von W. Riedel in Hamburg. No. 30833 vom 2. August 1884.



Bei diesem Hygrometer ist eine Einrichtung getroffen, um mittels einer directen Schraubencorrection Abweichungen des gemessenen Feuchtigkeitsgrades der Luft von dem wirklichen auszugleichen.

Diese Einrichtung besteht darin, dass durch Drehung einer am Umfange in empirisch bestimmte Grade eingetheilten Schraube F der Lagerstift J gehoben oder gesenkt wird und dadurch die auf diesem Stifte ruhende Platte K, auf welcher der Mechanismus des Hygrometers angebracht ist, ebenfalls auf- und abbewegt wird. Indem nun die Stange M oder eine Schnur mit Schnurscheibe diesen Mechanismus mit der Axe des Zeigers E verbindet, wird letzterer entsprechend der Drehung der Schraube F eingestellt.

Neigungswaage mit gleichgetheilter gerader Scale. Von G. Rung in Kopenhagen. No. 31428 vom 18. October 1884.

Die gleiche Theilung der geradlinigen Scale ist dadurch herbeigeführt, dass die Last an einem für alle Stellungen des Waagebalkens gleich grossen Hebelarm (einem Kreisausschnitt, um welchen die Schalenkette gelegt ist) angreift. Vergl. das Referat S. 246 dieses Heftes. (P.-B. 1885. No. 21).

Torsionspendel mit elektrischem Antriebe. Von Gebr. Rabe in Hanau a. M. No. 31362 vom 21. August 1884. (1885. No. 21.)

Verfahren zur Herstellung eines Federhauses mittels Pressung. Von G. Becker in Freiburg, Schlesien. No. 31475 vom 2. Sept. 1884. (1885. No. 21.)

Drehbare Lagerung für Parallelschraubstöcke. Von H. de Montigny und W. Schnorr in Eisenwerk Pöhl bei Jocketa i. V. No. 30959 vom 16. August 1884.

Der Schraubstock ist um einen verticalen Zapfen auf einer Grundplatte drehbar und kann durch einen Handgriff in jeder Lage festgestellt werden. (1885. No. 22.)

Geschwindigkeitsmesser mit Luftdruck. Von R. John in Kiel. No. 31540 vom 12. August 1884 und No. 31648 vom 11. November 1884.

Von der rotirenden Welle, deren Umdrehungsgeschwindigkeit gemessen werden soll, wird ein Ventilator in Bewegung gesetzt, der den Druck in einer Luftleitung der Geschwindigkeit proportional verändert. Hierdurch wird ein Zeiger auf einer Scale verschoben. (1885. No. 23.)

Planzug für Leitspindel-Drehbänke. Von O. Hillerscheidt in Berlin. No. 30619 v. 23. Juli 84.

Der Planzug wird durch die glatten Backen einer federnden Nabe hergestellt welche, ohne dem Gewinde der Leitspindel zu schaden, mittels eines Handrades so fest an diese angepresst werden, dass die directe Bewegung der Leitspindel durch Räder auf die Supportspindel übertragen werden kann. (1885. No. 23.)

Spiralbohrer für Metall. Von A. Söderström in Stockholm. No. 30712 v. 15. Mai 1884.

Der Spiralbohrer ist nur mit einer schraubenförmigen Nut und nur einer schneidenden Kante versehen. Letztere ist gegen den Bohrerumfang hin etwas abgerundet und lässt nach der Bohreraxe zu Raum frei für einen beim Bohren stehen bleibenden Kern. Bei grossen derartigen Bohrern ist die schneidende Kante auswechselbar angeordnet. (1885. No. 23.)

Drehbank zur Herstellung von Gewindeschneidbohrern. Von J. E. Reinecker in Chemnitz No. 30822 vom 8. Juni 1884.

Bei dieser Drehbank wird der Drehstahlsupport nicht durch eine Leitspindel, sondern durch ein über Führungsscheiben gelegtes Stahlband verschoben, um die Ungenauigkeit in der Bewegung, welche eine fehlerhaft hergestellte Leitspindel zur Folge hat, zu beseitigen. (1885. No. 23)

Benzin-Löthkolben. Von Arnold & Egers in Breslau. No. 30061 vom 23. August 1884.

In einem im Körper des Kolbens befindlichen Hohlraum brennt eine kleine Flamme, die von einem am Stiel angebrachten Benzinbehälter aus gespeist wird. Durch comprimirte Luft, welche dem Benzinbehälter zugeführt wird und welche durch die Dochtleitung zur Flamme strömt, wird letztere zur Stichflamme ausgezogen. (1885. No. 23.)

Für die Werkstatt.

Lagerschalen-Legirung. Teckniker 7. S. 143.

Als eine sehr zweckmässige und billige Legirung für Lagerschalen empfiehlt sich folgende Composition: Gusseisen 2,000 kg, Kupfer 0,188, Zinn 0,031, Antimon 0,031. Um die Härte zu vermehren, muss man etwas mehr Zinn zusetzen. *Wr.*

Glasätzung. Deutsche Industrie Zeitung. 25. S. 488.

Herain in Prag ist auf die Idee gekommen, die auf Glas zu ätzenden Muster aus Kautschuk, in der Art der Kautschukstempel herzustellen und mit denselben dann aufzudrucken. Damit die Fluorwasserstoffsäure besser an dem Kautschukstempel haftet, taucht man denselben zuvor in Aether, darauf auf einen Augenblick in die Fluorwasserstoffsäure und fängt dann zu drucken an. Bei einiger Uebung kann man 10 bis 15 Abdrücke mit einem einmaligen Eintauchen in die Säure erzielen.

Wir haben dies Verfahren hier mitgetheilt, da dasselbe, entsprechend abgeändert, auch sonst bei Aetzungen in Glas anwendbar sein dürfte. *Wr.*

Zur Praxis der Vernickelungen. Techniker 7. S. 43.

Zur galvanoplastischen Vernickelung ist das schwefelsaure Nickeloxydul-Ammoniak nebst dem entsprechenden Kalisalze eine sehr geeignete Verbindung. Um die bei Verwendung dieses Salzes frei werdende Schwefelsäure zu neutralisiren, giebt man dem Bade etwas Ammoniak zu oder verwendet eine Anode von rein metallischem Nickel.

Beim Vernickeln durch blosses Ansieden verfährt man folgendermaassen: In einen kupfernen Kessel bringt man eine concentrirte Lösung von Chlorzink, verdünnt dieselbe mit dem gleichen Volumen Wasser, erhitzt das Gemisch bis zum Kochen und setzt tropfenweise so viel Salzsäure zu, bis der sich bildende Niederschlag verschwunden ist. Hierauf setzt man eine Messerspitze Zinkpulver hinzu und nach Verlauf einiger Minuten ist ein Metallkolben, soweit er von der Flüssigkeit berührt wird, vernickelt. Nun setzt man vom Nickelsalz soviel zu, bis die Flüssigkeit deutlich gefärbt erscheint und legt die zu vernickelnden Gegenstände gehörig gereinigt oder polirt hinein, fügt gleichzeitig kleine Stücken Zinkblech hinzu und erhält das Ganze im Kochen. Das Nickel schlägt sich bald nieder und nach Verlauf von 15 Minuten sind die Gegenstände vollständig überzogen. Hierauf werden dieselben mit Wasser abgewaschen und mit Schlemmkreide nachgeputzt.

Nach den Erfahrungen des Prof. Giessler (*Wieck's Gewerbezeitung, Jahrg. 50. S. 9*, ein Artikel, der auch sonst mancherlei Interessantes bietet) ist es falsch, eiserne Gegenstände vor der Vernickelung auf Hochglanz zu poliren bezw. zu schleifen. Im Interesse der besseren Haltbarkeit des Nickelüberzugs ist es gerathen, den Glanz durch Bimsteinpulver vorher zu brechen und nach der Vernickelung erst den Hochglanz aufzupoliren; dagegen ist für die Vernickelung Bedingung, dass die Flächen der zu vernickelnden Gegenstände strichfrei geschliffen sind. *Wr.*

Kitt für Messing und Glas. Techniker 7. S. 57.

Nach Puscher wird eine Harzseife, welche man durch Kochen von 1 Th. Aetznatron und 3 Th. Colophonium in 5 Theilen Wasser erhält, mit der halben Quantität Gips zusammengeknetet. Dieser Kitt erhärtet in $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden und hält die Hitze gut aus. Statt Gips kann man auch Zinkweiss, Bleiweiss oder abgelöschten Kalk anwenden. Der so erhaltene Kitt erhärtet langsamer. Das Wasser greift nur die Oberfläche dieses Kitts an. — Wiederhold empfiehlt, als Kitt ein flüssiges Metall aus 4 Th. Blei, 2 Th. Zinn und $2^1/_2$ Th. Wismuth, welches bei 100° C. schmilzt. Das geschmolzene Metall wird in eine Kapsel gegossen, hierauf wird das Glas hineingedrückt und an einem warmen Platze langsam abgekühlt. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

V. Jahrgang. **August 1885.** Achtes Heft.

Basisapparate und Basismessungen.

Von
Dr. A. **Westphal** in Berlin.

Die Entwicklung der Basisapparate und Basismessungen hängt mit der Geschichte der Geodäsie, der Gradmessungen, auf das Engste zusammen. Die Frage nach der Grösse und Figur der Erde, — bis zu Anfang des vorigen Jahrhunderts ist unter Voraussetzung der Kugelgestalt eigentlich nur von Bestimmung der Grösse die Rede, — verlangte die Lösung der Aufgabe, die Entfernung zwischen zwei Punkten der Erdoberfläche in einem irdischen Maasse ausgedrückt zu erhalten, um hieraus in Verbindung mit der astronomisch bestimmten Breitendifferenz die Grösse eines Grades in demselben Maasse und endlich den Erdumfang bestimmen zu können; hierbei war in den früheren Zeiten vorausgesetzt, dass beide Orte auf demselben Meridiane lagen; erst später fand man Mittel, die Entfernung zwischen zwei beliebig gelegenen Punkten auf den Meridian des einen oder anderen Ortes zu reduciren. Die Aufgabe wurde zunächst in sehr roher Weise zu lösen gesucht. Die Entfernung zwischen Alexandrien und Syene, welche Eratosthenes seiner Gradmessung zu Grunde legte, beruhte wahrscheinlich auf Schrittmessungen der altegyptischen Wegemesser. Posidonius schätzte die Entfernung zwischen Rhodus und Alexandrien nach der Zeit, welche ein Schiff brauchte, um von dem einen Orte zum anderen zu kommen. Die arabischen Mathematiker, welche auf Befehl des Kalifen Almansor im Jahre 827 unserer Zeitrechnung in der Ebene Sinjar in Mesopotamien eine Gradmessung ausführten, gingen in folgender Weise vor: Sie maassen die Polhöhe eines Ortes; dann theilten sie sich in zwei Abtheilungen, von denen die eine möglichst gerade nach Norden, die andere möglichst genau nach Süden ging, so lange bis die Polhöhe um einen Grad anders als am Ausgangspunkte war; die Bestimmung der Entfernung geschah in der Weise, wie Karawanen die zurückgelegten Weglängen zu schätzen pflegen. Nach dem Vorbilde der Araber scheint der französische Arzt Fernel im Jahre 1525 seine Gradmessung zwischen Paris und Amiens eingerichtet zu haben; er bestimmte die Polhöhe von Paris und ging dann soweit nach Norden, bis er die Polhöhe um einen Grad anders fand; die zurückgelegte Entfernung maass er durch Zählung der Umdrehungen seiner Wagenräder, deren Umfang er genau ermittelt hatte; bei der Berechnung des Resultates berücksichtigte er die Unebenheiten des Terrains sowie die Abweichungen vom Meridian. Das nach dieser rohen Methode erhaltene Resultat stimmt nach Lalande fast genau mit späteren präcisen Messungen, was natürlich nur auf Compensation verschiedener Fehler beruht. Ein Jahrhundert später, in den Jahren 1633 und 1635, maass R. Norwood einen Bogen von 2° 28' Amplitude zwischen London und York; die ganze Entfernung zwischen beiden Orten wurde mit der Kette gemessen, die Abweichungen von der Geraden und die Unebenheiten des Terrains roh bestimmt. Wenige Jahre vor diese Messung fällt die Gradmessung von W. Snellius in den Niederlanden, welche der Geodäsie die Bahnen anweist, in denen sie noch heute wandelt. Snellius, der Erfinder der Triangulationsmethode, zeigt, wie man von einer direct auf der Erde in präciser

Weise gemessenen geraden Linie ausgehend, durch Winkelmessung das Gebiet zwischen den Endpunkten des zu bestimmenden Bogens mit Dreiecken überspannt und hieraus die terrestrische Entfernung bestimmt. Von hier an ist die Geschichte der Basisapparate und Basismessungen zu datiren.

Lange Zeit von äusserst einfacher Einrichtung und unfähig, genaue Resultate zu ermitteln, entwickeln sich die Basisapparate allmälig zu grosser Vollkommenheit, bis wir in diesem Jahrhunderte eine grosse Mannigfaltigkeit von Apparaten entstehen sehen, ohne dass es jedoch bis jetzt gelungen wäre, einen Typus zu finden, der allen Anforderungen Genüge leistet. Die Entwicklung der Basisapparate geschieht im innigen Zusammenhange mit der Vervollkommnung der übrigen geodätischen Instrumente und der Messungsmethoden einerseits sowie der Ausbildung der theoretischen Geodäsie andererseits. Die Fortschritte in der optischen Einrichtung der Fernröhre, die Erfindung der Passageninstrumente machen es mehr und mehr möglich, in einer mathematisch geraden Linie zu messen. Die Erfüllung der Forderung, die gemessene Grundlinie auf eine ideale Horizontale zu beziehen und zu diesem Zwecke entweder die Neigung jeder Messstange zu bestimmen oder dieselben stets horizontal zu legen, wird einerseits durch die Erfindung und allmälige Ausbildung der Niveaus erleichtert und bedingt andererseits eine stete Vervollkommnung der Lager für die Messstangen. Die wachsende Genauigkeit der Winkelmessung und die hiermit im Zusammenhang stehenden erhöhten Anforderungen der Theorie verlangten auch die stete Fortbildung der Methode der Basismessungen: brachte man Anfangs die Messstangen einfach in Contact mit einander und schob eine vor die andere, ein Verfahren, durch welches die liegen bleibende Stange in ihrer Stellung gefährdet war, so näherte man später, um diesen Uebelstand zu vermeiden, die Stäbe auf geringe Intervalle und maass dieselben, oder man legte die Stäbe an ihren Enden neben einander und brachte gewisse Endpunkte oder Endlinien in Coincidenz, bis endlich die rein optische Methode der Messung den Apparaten ein anderes Gepräge gab: hatte man sich in den ersten Zeiten damit begnügt, die Stäbe mittels Hand in ihre richtige Lage zu bringen, so werden später zu diesem Zwecke mikrometrische Einrichtungen vorgesehen, die mit der mehr und mehr präciseren Herstellung dieser Hilfsmittel die Basismessung wesentlich vervollkommnen. Die Methode der Fixirung der Basispunkte im Terrain verwirft allmälig die Anwendung der Lothfäden und geht in fortschreitender Entwicklung zu den heutigen Ablothungsapparaten über. Was endlich den wichtigsten Punkt der Basisapparate betrifft, die Etalonnirung der Messstangen, die Bestimmung ihrer Ausdehnungscoefficienten, die Ermittlung der jeweiligen Temperatur der Stäbe, so sehen wir hier im Laufe der Zeit eine reiche und fruchtbare, noch heute nicht abgeschlossene Thätigkeit sich entfalten, deren Resultate nicht blos der Geodäsie zugute kommen; wir sehen die physikalische Forschung durch diese Fragen zu den mannigfaltigsten und ergebnissreichsten Untersuchungen angeregt; verdanken wir doch auch die Kenntniss der durch General Baeyer zuerst ausgesprochenen Veränderlichkeit der Ausdehnungscoefficienten den bei Basismessungen gemachten Untersuchungen.

Eine zusammenhängende Geschichte dieser reichen Entwicklung der Basisapparate ist meines Wissens bis jetzt noch nicht veröffentlicht worden. In einzelnen Lehrbüchern der Geodäsie finden sich allerdings kurze Abrisse der Geschichte dieser Apparate, dieselben sind aber durchweg nur skizzenhaft und enthalten auch theilweise viele Irrthümer. Wenn ich es daher im Folgenden unternehme, auf Grund sorgfältiger Quellenstudien eine Geschichte der Basisapparate und Basismessungen zu geben, so hoffe ich dadurch nicht allein das Interesse der Geodäten, sondern auch aller derer zu erregen, welche die Entwicklung der Instrumentenkunde gern verfolgen.

Was die Gliederung des umfangreichen Stoffes anbetrifft, so bietet sich naturgemäss als erster Abschnitt die Behandlung der älteren Apparate und Messungen von

Snellius Zeiten bis zur Construction eines vollkommen durchdachten und auf wissenschaftlichen Grundlagen beruhenden Apparates. Als solcher wird der Borda'sche Apparat gelten können, dem daher der zweite Abschnitt gewidmet sein soll. An diesen werden sich in gesonderter Behandlung die späteren Constructionen anzureihen haben, der österreichische Basisapparat, die Apparate von Schumacher, Reichenbach, Schwerd, Bohnenberger, Struve, Tenner, Colby, Bessel, die Apparate der amerikanischen *Coast and Geodetic Survey*, der Apparat der Schwedischen Akademie, der Repsold'sche, der in neuerer Zeit zu so grosser Bedeutung gekommene Brunner'sche Basisapparat und seine Modification durch Ibañez, endlich die in neuester Zeit vorgeschlagenen Constructionen. — Indem ich mir die genauere Gliederung dieser späteren Abschnitte noch vorbehalte, veröffentliche ich in dem nachstehenden ersten Theile zunächst die Geschichte der älteren Basisapparate und Basismessungen von Snellius bis Borda ohne jedoch die letztere Grenze zeitlich überall genau innehalten zu können, da in den meisten Ländern noch lange nach den Borda'schen Constructionen Grundlinien mit weniger präcisen Apparaten gemessen worden sind. — Es sei mir an dieser Stelle noch gestattet, den Herren Prof. Dr. Becker in Gotha, Prof. Dr. v. Oppolzer in Wien, Oberst de Stefanis in Florenz und Prof. Dr. Valentiner in Karlsruhe, die mich durch Uebersendung seltener, in hiesigen Bibliotheken nicht befindlicher Quellenwerke wesentlich unterstützt haben, meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

I.

Aeltere Basisapparate.

Den ersten Versuch einer präcisen Basismessung finden wir bei dem Begründer der Triangulationsmethode, bei Willibord Snellius.[1]) Als Basis des seiner Breitengradmessung zwischen Alcmaria und Bergen-op-Zoom in Holland zu Grunde liegenden Dreiecksnetzes diente ihm die Seite Leyden-Soeterwouda, LS in Fig. 1, von etwa *4 km* Länge. Dieselbe war aber nicht in ihrer ganzen Ausdehnung direct gemessen worden, sondern zunächst nur der kleine Abschnitt tc von etwa 350 m Länge; dann waren in den vier kleinen durch die punktirten Linien umgrenzten Dreiecken je zwei Winkel gemessen, so dass die Linie ae durch Rechnung erhalten wurde; diese Entfernung wurde auch direct zweimal gemessen; die Differenz mit dem ersten Resultat betrug etwa *5 Fuss;* Snellius gab indess dem ersteren Resultat, trotzdem es durch unsichere Vergrösserung eines kleinen Werthes erhalten war, den Vorzug. Die Strecke ae wurde dann schliesslich wieder durch Winkelmessung vergrössert, bis endlich die Länge LS resultirte. Von der Messung selbst wissen wir nichts, als dass sie mit Holzmaassstäben erfolgte, die in rheinische Ruthen getheilt waren. Bei der Untertheilung war die Duodecimaltheilung verlassen und eine Decimaltheilung gewählt worden, nicht allein der Bequemlichkeit der Rechnung wegen, sondern auch noch aus einem anderen Grunde. Der rheinische Fuss verhielt sich zum neuen Decimalfuss wie 6 : 5; da nun, wie Snellius nachweisen zu können glaubte,[2]) der rheinische Fuss gleich dem römischen war, der römische aber sich zum alexandrinischen verhielt wie 6 : 5, so konnte Snellius, wie es sich für den Nachfolger des Eratosthenes, den *Eratosthenes Batavus,* wie er sich nannte, geziemte, seiner Messung unmittelbar den alexandrinischen Fuss zu Grunde legen. Der neuen Eintheilung gemäss

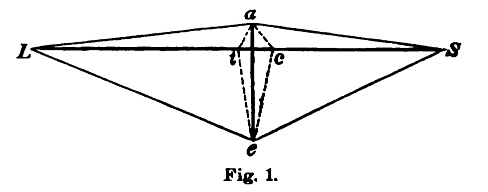


Fig. 1.

[1]) Eratosthenes Batavus, Lugduni Batavorum 1620 Libr. II. S. 156. — [2]) A. a. O Libr. II. Cap. I. bis IV.

wählte Snellius auch eine neue Bezeichnung. Er bezeichnete die Länge des erst gemessenen Abschnittes *tc* mit *87, 0, 3* (*87 Ruthen 0 Fuss 3 Zoll*), die Länge von *ae* mit *326, 4, 3*, die der ganzen Basis mit *1092,3,3*. Auf letzteren Werth gründete Snellius nicht eine einfache Dreieckskette, sondern ein Netz, dessen Seiten sich häufig gegenseitig controlirten: um ein Urtheil über die Güte der Methode zu gewinnen, maass er schon im dritten Dreiecke von der Basis ab eine Verificationsbasis von etwa *350 Ruthen* Länge; da die Seitenübertragung bisher gut gewesen war, die drei ersten Dreiecke fast gleichseitig, so differirte die aus der Basis folgende Hauptseite mit der aus der Rechnung erhaltenen nur um *1 Zoll*; dies war aber wohl nur ein zufälliges Resultat, denn im neunten Dreiecke fanden sich Differenzen in dem Werthe einer auf verschiedenen Wegen erhaltenen Seite von *6 Ruthen*. Diese Differenz veranlasste Snellius, eine neue Basis einzuschieben; dieselbe wurde aber sehr klein, *166 Ruthen*, gewählt; da überdies die Anschluss-Dreiecke so ungünstig waren, dass ein Fehler von einer Minute im Winkel — eine grössere Genauigkeit konnte Snellius mit seinem Quadranten nicht erreichen — schon einen Fehler von *2,5 Ruthen* in der Seite zur Folge hatte, so kann es nicht Wunder nehmen, dass die sich aus der Basis ergebende Hauptseite noch stärker differirte, mehr als *10 Ruthen* auf eine Länge von etwa *3000 Ruthen*. Diese Genauigkeit konnte aber Snellius immer noch genügen, da dieselbe bisher noch nicht erreicht war. — Der von Snellius gemessene Bogen von 1° 11',5 ergab die Grösse eines Grades um *2000 Toisen* kleiner, als der später bestimmte wirkliche Werth beträgt. Die Arbeit des Snellius enthält sehr viele Fehler und Unrichtigkeiten; Snellius selbst hatte dieselben schon erkannt und sie zu verbessern gesucht. Nach Musschenbroek[1]) maass er 1622 eine neue Basis bei Leyden auf dem Eise, doch ist über dieselbe nichts weiter bekannt, als dass sie dreimal mit der Kette gemessen ist. Snellius nahm auch eine Revision der Winkel vor und bearbeitete seine Gradmessung ganz aufs Neue; das Resultat dieser Arbeiten hat Musschenbroek im Manuscript vorgelegen; doch ist es zu einer Veröffentlichung derselben nicht gekommen. Die von Snellius 1622 gemessene Basis diente ein Jahrhundert später Musschenbroek als Grundlage einer Neumessung desselben Gradbogens. — Im Anschlusse an die Snellius'sche Messung mag der Arbeiten von W. J. Blaeu, einem Schüler von Tycho, Erwähnung gethan werden,[2]) der bald nach Snellius eine Breitengradmessung an der Küste der Nordsee von der Mündung der Maass bis zum Texel, Amplitude über 1°, ausführte; es war dies eine Basismessung in grossem Stile, da er die ganze Entfernung der Endpunkte seines Bogens mit Hilfe von Holzmaassstäben maass. Picard erzählt, dass er auf der Reise nach Uranienburg einen Sohn dieses Blaeu gesprochen habe und dass nach dessen Angaben die Grösse des von Blaeu bestimmten Grades von seinem Werthe nur um *10 Toisen* differirte. Weiteres ist über die Messung nichts bekannt, da die Manuscripte Blaeu's in einem Brande umgekommen sind.

Ehe wir die weitere Entwicklungsgeschichte der Basismessungen weiter verfolgen, mag noch in Kürze der Gradmessung von Riccioli und Grimaldi[3]) gedacht werden, welche wegen ihrer Originalität aus dem Rahmen der übrigen ganz herausfällt. Riccioli und Grimaldi bestimmten in den sechziger Jahren des siebzehnten Jahrhunderts in und bei Bologna nach einem Vorschlage Kepler's aus den Zenithdistanzen zweier Oerter, deren Entfernung sie auf trigonometrischen Wege gefunden hatten, den terrestrischen Bogen, den die Endpunkte begrenzen. Da mir die *Geographia reformata* Riccioli's, in welchem er diese Messung beschreibt, leider nicht zugänglich gewesen ist, so kann

[1]) P. v. Musschenbroek, Dissertationes Physicae et Geometricae, Lugduni Batavorum 1729. S. 357. — [2]) Zach, Allg. Geogr. Eph. *1*. S. 625. Vgl. auch Kästner, Weitere Ausführung der mathematischen Geographie, Göttingen 1795. S. 25. sowie Vossius, de matheseos natura et constitutione, Amsterdam 1650. Cap. 44. S. 263. — [3]) Picard, Mesure de la Terre, Paris 1671. S. 101. Zach, Corr. Astr. *2*. S 115.

ich über die geodätischen Operationen nichts weiter mittheilen, als dass auf einer Grundlinie von etwa *1100 Toisen* eine Kette von vier Dreiecken basirte, dass die Entfernung der Endpunkte nur *19 000 Toisen* und der terrestrische Bogen noch nicht 19' betrug; aus diesem geringen Material wurde ein abnormer Werth für die Grösse eines Grades abgeleitet, der auch bald verworfen wurde.

Den ersten rationellen Gebrauch von der Snellius'schen Methode machte Picard, dessen im Jahre 1669 zwischen Paris und Amiens begonnene Gradmessung das Signal zu einer langen Reihe von geodätischen Operationen gab, die vom Ende des siebzehnten bis zum Ende des achtzehnten Jahrhunderts in Frankreich ausgeführt worden sind. Als Ausgangspunkt der Rechnung benutzte Picard[1]) die von ihm im Jahre 1669 bei Paris, zwischen Villejuif und Juvisy gemessene Basis. Dieselbe wurde auf dem ebenen festen Boden einer Chaussee mit vier Holzmaassstäben von Fichtenholz von je zwei Toisen Länge gemessen, von denen je zwei mittels Schrauben zu einem Stabe verbunden wurden, so dass zwei Messstäbe von je vier Toisen Länge entstanden. Die Stäbe wurden neben einer im Alignement ausgespannten Schnur direct auf die Erde gelegt und vorsichtig die eine vor die andere geschoben. Weitere Details sind nicht mitgetheilt, so dass auch nicht einmal zu ersehen ist, wie das Alignement bewirkt wurde. Die Basis ist zweimal gemessen, einmal zu *5662 Toisen 5 Fuss,* dann zu *5663 Toisen 1 Fuss;* das Mittel hieraus, *5663 Toisen,* wurde als Länge der Grundlinie angenommen. Auf dieser Basis bauten sich zwischen Paris und Amiens dreizehn Dreiecke auf; in der Nähe von Amiens wurde eine Verificationsbasis von *3902 Toisen* Länge auf dieselbe Weise und mit denselben Hilfsmitteln gemessen; die aus dieser sich ergebende Hauptdreiecksseite wurde zu *6037 Toisen 0 Fuss* gefunden, während sie aus der Pariser Basis und der Dreieckskette zu *6036 Toisen 2 Fuss folgte;* die Genauigkeit ist also etwa $\frac{1}{18000}$ der Länge. Die bei den Basismessungen gebrauchten Stäbe waren mittels eines eisernen Normals bestimmt worden, dessen Länge auf der *Toise du Châtelet* etalonnirt war, jenem öffentlichen Normal, das kurz vorher, 1668, neu fixirt worden war. Um seine Messung für die kommenden Zeiten zu erhalten und eine spätere Controle zu ermöglichen, bestimmte Picard die Länge des Secundenpendels zu Paris, drückte dieselbe in Einheiten seiner Toise aus und wünschte, dass letztere auf dem damals im Bau begriffenem Pariser Observatorium sorgsam aufbewahrt würde. Dieser Wunsch ist leider nicht in Erfüllung gegangen und die Picard'sche Toise ist verloren; wir werden hierauf später zurückzukommen haben. Picard hatte die Länge des Secundenpendels zu *3 Fuss 0 Zoll 8,5 Linien* gefunden und knüpft hieran den Vorschlag eines Universalmaasses; er nennt diese Länge *rayon astronomique;* ein Drittel derselben sollte der Universalfuss sein, das Doppelte die Universaltoise, die sich hiernach zu der altfranzösischen verhalten hätte wie 881 : 864; das Vierfache sollte die Universalruthe sein und 1000 Ruthen eine Universalmeile ausmachen. —

Schon Picard hatte begonnen, seinen Gradbogen nach Süden fortzusetzen. Nach seinem Tode wurde die Messung von 1683 an durch Cassini I in Verbindung mit Lahire und Maraldi weitergeführt, durch die Kriege jener Zeit aber mehrfach unterbrochen, bis sie 1702 in der Messung der Basis von Perpignan[2]), am südlichsten Punkte des Königreiches, einen vorläufigen Abschluss fand. Diese Basis liegt dicht am Meeresstrande, genau im Meridian. Das Alignement wurde mittels Augenmaass derart bewirkt, dass man von Süden nach Norden gehend in der Richtung nach einem Berggipfel von 100 zu 100 Toisen Pfähle einschlug, längs dieser eine Schnur spannte und neben dieselbe die Messstangen legte, bei ebenem Terrain direct auf den Boden, bei welligem auf Unterlagen, die an verticalen Holzsäulen in beliebigen Höhen angebracht werden konnten.

---

[1]) Picard, Mesure de la Terre, Paris 1671. S. 12. — [2]) De la grandeur et de la figure de la terre. Par J. Cassini. Paris 1720. (Amsterdamer Ausgabe 1723. I. S. 117.)

Mehrere kleine Wasserläufe, die in der Basislinie lagen, wurden derart überschritten, dass man senkrecht zur Linie eine Strecke genau gleich der durch zwei Pfähle begrenzten Breite des Wassers maass; letzteres geschah durch Absteckung eines gleichschenklig-rechtwinkligen Dreieckes, dessen eine Kathete die Wasserbreite, die andere die gemessene Strecke war. Die Messung wurde mit vier Holzmaassstäben von zwei Toisen Länge vorgenommen, von denen wie bei Picard je zwei durch Schrauben zu einem Maass von vier Toisen verbunden waren; die Stäbe repräsentirten aber insoweit einen Fortschritt, dass ihre Endflächen mit Messing beschlagen waren, so dass sie besser mit dem Etalon verglichen werden konnten. Als solcher diente ein Eisenstab von *4 Fuss* Länge, den schon Picard (aber nicht zu seinen Basismessungen) benutzt hatte. Die Basis hat eine Länge von *7246 Toisen 2 Fuss* und ist leider nur einmal gemessen; sie ist mit der Picard'schen Basis, von welcher Cassini bei der Rechnung ausging, durch 48 Dreiecke verbunden. Die gemessene Länge differirte von der errechneten zunächst um *3 Toisen;* als aber die Winkel auf das Meeresniveau reducirt waren, war die Uebereinstimmung eine fast vollständige; *nous avons trouvé la base calculée,* sagt Cassini, *à peu près de la même grandeur que celle, qui avait été mésurée actuellement sur le terrain;* präcisere Angaben finden sich leider nicht.

Nach der Fertigstellung des Gradbogens zwischen Amiens und Perpignan ruhten die Messungen wieder eine Reihe von Jahren, bis im Jahre 1718 von dem zweiten Cassini — der erste war 1712 gestorben — durch die Fortführung des Bogens bis Dünkirchen die Messung des grossen französischen Meridianbogens, der sich im Meridian von Paris nunmehr von Norden nach Süden durch das ganze Königreich erstreckte, beendigt wurde. Die Operationen im Norden wurden durch die Basis von Dünkirchen[1]) controlirt. Da der nördliche Bogen kleiner ist als der südliche, so wurde auch die Basis kürzer gewählt als die von Perpignan. Die Grundlinie, am Meeresstrande gelegen, erstreckte sich von dem Gipfel einer hohen Düne, auf der ein Signal errichtet war, bis zur Mauer eines Forts; von beiden Endpunkten aus konnten mehrere Dreieckspunkte gesehen werden. Die Messung erfolgte mit drei hölzernen Messstangen von je *3 Toisen* Länge; dies ist ein wesentlicher Fortschritt gegen früher, da erstens durch das Zusammenschrauben zweier Stäbe zu einem Fehler entstehen mussten, worüber später noch zu sprechen ist, und zweitens bei drei Stäben nicht so leicht eine Verrückung durch das Anlegen der neuen Stange entstehen kann, wie bei der Anwendung von zwei Stäben. Die Länge der Stäbe war mittels des *4 Fuss*-Eisennormals etalonnirt worden, das bei der Basis von Perpignan gedient hatte. Ein weiterer Fortschritt ist der, dass das Alignement mit Hilfe eines Fernrohrs erfolgte, das freilich wahrscheinlich in der Hand gehalten wurde. In der ganzen Linie wurden von 300 zu 300 Toisen Pfähle eingerammt, durch gespannte Schnur mit einander verbunden und längs dieser die Stäbe gelegt. Um von dem einen Endpunkte aus, dem Gipfel der hohen Düne, in ebenes Terrain zu gelangen, wurde ein Verfahren eingeschlagen, das noch heute von den Feldmessern bei Messung von Streckenlängen in terrassenförmigem Lande angewandt wird; die erste Latte wurde an das Signal angelegt, horizontal gehalten und ihr Endpunkt heruntergelothet; an den Fusspunkt des Lothes wurde die zweite Stange gelegt, dieselbe wieder horizontal gehalten, ihr Endpunkt heruntergelothet und so fort, bis man in ebenes Terrain kam. Der weitere Theil der Basis war, mit Ausnahme einiger flacher Wasserflächen, eben, so dass die Stäbe auf den Boden gelegt wurden; auf den mit Wasser bedeckten Stellen wurden die Stäbe neben der Alignementsschnur auf das Wasser gelegt, was ihrem Ausdehnungsverhalten gewiss wenig förderlich gewesen sein wird, besonders wenn man bedenkt, dass die Stäbe nicht durch einen Oelüberzug vor Feuchtigkeit geschützt waren. — Die Länge der Basis betrug

---

[1]) A. a. O. Amsterdamer Ausgabe 1723. II. S. 266.

5464 Toisen 3 Fuss; der grösste Theil derselben, etwa *4000 Toisen*, war zweimal gemessen; die Differenz der beiden Resultate betrug *3 Fuss*, etwa $\frac{1}{20000}$ der Länge. Die Basis von Dünkirchen ist durch 24 Dreiecke mit der Picard'schen bei Paris verbunden; der aus letzterer abgeleitete Werth differirt mit der gemessenen Länge der ersteren um *1 Toise,* etwa $\frac{1}{10000}$ der Länge.

Es ist bekannt, welches Resultat sich aus den Cassini'schen Messungen für die Figur der Erde ergab. Cassini erhielt ein an den Polen verlängertes Sphäroid und hielt hieran gegen Newton's abgeplattetes Sphäroid hartnäckig fest. Es ist ferner bekannt, dass zur Entscheidung dieses Streites zwei französische Expeditionen ausgesandt wurden; die eine unter La Condamine, Bouguer und Godin, die von einigen spanischen Officieren begleitet war, ging nach Peru, um in der Nähe des Aequators die Grösse eines Grades zu bestimmen, die andere unter Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier, Outhier und dem Schweden Celsius begab sich nach Lappland, um dasselbe in möglichst hoher nördlicher Breite zu thun. Um nun eine den neueren Methoden und Instrumenten entsprechende bessere Bestimmung der Grösse eines Grades für den mittleren Parallel von 45° zu haben, beschloss J. Cassini, eine Neumessung des grossen französischen Meridians vorzunehmen. Diese Absicht führte er in den Jahre 1739 und 1740 aus, unter hauptsächlicher Mitwirkung seines Sohnes C. F. Cassini de Thury und des Abbé La Caille; regen Antheil daran nahmen auch der jüngere Lahire und Maraldi. Von dieser Messung soll im Folgenden zunächst die Rede sein.

Cassini[1]) revidirte zunächst den Bogen zwischen Paris und Perpignan. Von Süden ausgehend theilte er denselben in drei Theile, von Perpignan bis Rhodés, von hier bis Bourges und von dort bis Paris. An jedem der genannten Orte wurde eine Grundinie gemessen und dieselben durch Dreiecksketten verbunden. Die Grundlinie von Perpignan und Bourges stimmten mit einander; von der Basis bei Bourges aus aber wurde die Pariser Picard'sche Grundlinie um *6 Toisen* etwa zu gross gefunden. Cassini hatte die Picard'sche Basis schon längst beargwöhnt; er hatte mehrfach bei der sich an die Gradmessung anschliessenden topographischen Vermessung, von der noch später die Rede sein wird, beobachtet, dass die aus dieser Grundlinie abgeleiteten Seiten sämmtlich grösser waren, als die auf anderen Grundlinien beruhenden. Da das Gewicht des Namens Picard aber zu gross war, um nicht eher der eigenen Messung zu misstrauen, so liess Cassini eine zweite Kette zwischen Paris und Bourges legen, liess ferner durch La Caille die Messung der Basis von Bourges ganz unabhängig wiederholen und dieser legte noch eine dritte Kette zwischen Paris und Bourges, alles jedoch mit demselben Resultate, dass die Picard'sche Basis um *6 Toisen,* etwa $^1/_{1000}$ ihrer Länge zu gross war. Hieraus ergab sich die Nothwendigkeit einer Neumessung der Picard'schen Basis, die im Jahre 1740 unter Leitung von J. Cassini unter ganz besonderen Vorsichtsmaassregeln erfolgte; die Basis wurde viermal gemessen und, um ganz sicher zu gehen, noch ein fünftes Mal unter Beisein einer Commission der Pariser Academie, bestehend aus Clairaut, Camus und Le Monnier. Die Anwesenheit dieser Commission schützte Cassini freilich nicht gegen die Angriffe seiner Gegner, die behaupteten,[2]) die Commission sei gerade zu den wichtigsten Operationen, z. B. Etalonnirung der Stäbe, nicht zugezogen worden. Es wurde deshalb von der Academie eine neue Commission von acht Mitgliedern gewählt, welche im Jahre 1756 die Basis ein sechstes Mal maassen, lediglich mit demselben Resultate, das Cassini im Jahre 1740 erhalten hatte. Während letzterer die Nachmessung der Picard'schen Basis vornahm, hatte sein Sohn, C. F. Cassini de Thury, den Gradbogen

[1]) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris. Année 1739. S. 129. Année 1740. S. 276.

[2]) Z. B. Euler in den Abhandl. der Berliner Academie, gegen den sich La Caille in den Memoiren der Pariser Academie vom Jahre 1755, S. 53 wendet.

von Paris bis Dünkirchen weitergeführt und hier zwei Grundlinien, bei Amiens und bei Dünkirchen gemessen. — Nach dieser allgemeinen Uebersicht wenden wir uns zu einer specielleren Beschreibung der erwähnten Basismessungen.

Ueber das bei diesen Messungen angewendete Verfahren giebt Cassini III, welcher die Nachmessung des grossen Meridians bearbeitete, einige Mittheilungen:[1]) Die Grundlinien wurden mit drei oder vier Holzmaassstäben von *18* oder *24 Fuss* Länge und einem rechteckigen Querschnitt von *2 : 3* oder *2 : 4 Zoll* gemessen; dieselben waren an den Enden mit Eisen beschlagen, welche kleine Ansätze in der Form eines abgestumpften Kegels trugen, die ihrerseits in eine schwach convexe Fläche endigten: die Mittelpunkte dieser convexen Flächen sollten in der Verlängerung der Mittelaxe des Stabes liegen; diese Anordnung bewirkte einen sicheren Contact von Stange zu Stange und erlaubte auch ein besseres Etalonniren der Stäbe als früher möglich war. Als Normale dienten vier Eisenstäbe von *2 Fuss* Länge und einem rechteckigen Querschnitt von *1 : 8 Linien,* deren Längen mittels mehrerer Copien der *Toise du Châtelet* bestimmt waren. Bei der Etalonnirung der Holzmaassstäbe wurden dieselben in gerader Linie hinter einander gelegt und die Eisennormale darauf; mittels eines Winkelmaasses wurden dann Anfangspunkt der Latten und der Normale in eine Verticale gebracht; die Differenz zwischen der Länge der Latten und einem Vielfachen der vier Normale wurde mittels eines Messingstabes bestimmt, der in Linien und Punkte getheilt war. Die Vergleichungen der Holzstäbe mit den Normalen fand während der Messung täglich dreimal statt; das Mittel aus je zwei Vergleichungen wurde für das dazwischen liegende Zeitintervall in die Rechnung eingeführt. Man kannte zwar die Temperatur, bei welcher die Eisennormale etalonnirt worden waren, und wusste auch, dass die Materien ihre Längen in Folge der Wärme ändern, hatte aber noch keine Vorstellung davon, ob dies regelmässig erfolgte, ob ein Stab bei steigender Temperatur länger oder kürzer wurde und in welchem Betrage dies geschah. Man konnte daher auch noch nicht, die Länge eines Stabes bei bestimmter Temperatur als normale ansehend, an seine durch irgend eine andere Temperatur repräsentirte Länge eine Correction anbringen, um die normale Länge zu erhalten und begnügte sich daher meistens, einen Stab von z. B. *2 Toisen* Länge bei jeder Temperatur als *2 Toisen* lang anzusehen, ihn mit den bei der Basismessung gebrauchten Stäben oft zu vergleichen und etwaige Differenzen einfach zu berücksichtigen. In naiver Weise ist dies bei Gelegenheit der sechsten Messung der Picard'schen Basis im Jahre 1756 ausgesprochen worden, wie weiter unten näher entwickelt werden wird. Nur bei der Nachmessung der Picard'schen Basis im Jahre 1746, wo besondere Anstrengungen gemacht wurden, ein möglichst genaues Resultat zu erzielen, hat Cassini Temperaturcorrectionen angebracht, deren Beträge auf Experimenten beruhten, die er über die Ausdehnung seiner Stäbe angestellt hatte. Bedauerlich ist, dass bei jeder Basis andere Maassstäbe angewandt wurden, so dass die Resultate sich schwer mit einander vergleichen lassen. — Die Messstäbe wurden bei ebenem Terrain direct auf die Erde, bei unebenem Terrain möglichst — *autant qu'il est possible,* sagt Cassini — horizontal gelegt oder die Neigung der einzelnen Abschnitte der Basis wurde durch Messung von Höhenwinkeln mittels des Quadranten bestimmt. — Das Alignement geschah, wie schon erwähnt, indem mittels Fernrohrs Pfähle in bestimmten Intervallen in die Linie eingerückt und dann eingerammt wurden; dieselben wurden durch ausgespannte Schnur mit einander verbunden und längs derselben die Stäbe gelegt. — Ueber die Art der Fixirung des Endpunktes, wenn die Messung des Abends oder in Folge ungünstiger Witterung abgebrochen werden musste, finden sich keinerlei Angaben. — Die Endpunkte der Basis wurden meist durch Pyramiden bezeichnet.

---

[1]) Méridienne de Paris vérifiée. Par C. F. Cassini de Thury. Paris 1744. S. 42.

Gehen wir jetzt zu den Resultaten der einzelnen Grundlinien über. Im Sommer 1739 wurden die Grundlinien von Perpignan, Rhodés und Bourges je zweimal gemessen, letztere im November desselben Jahres zum dritten Male. Die Basis von Perpignan[1]) konnte nicht auf demselben Terrain gemessen werden, wie im Jahre 1701, da das Meer die Küstengestalt total verändert hatte; als Länge der Grundlinie wurde bei der ersten Messung *7929 Toisen 0 Fuss 0 Zoll*, bei der zweiten *7928 Toisen 5 Fuss 1 Zoll* gefunden; der letzteren Messung wurde der Vorzug gegeben, weil während der ersteren ein starker Wind geherrscht hatte. — Die Basis von Rhodés[2]) wurde im Mittel aus zwei Messungen, deren Differenz *2,5 Fuss* betrug, zu *4422 Toisen 3 Fuss 6 Zoll* gefunden. — Die Resultate der drei Messungen der Basis von Bourges[3]) waren bezw.:

7181 Toisen 5 Fuss 9 Zoll 0 Linien
7181 „ 5 „ 9 „ 5 „
7181 „ 5 „ 8 „ 10 „ .

Dies sind so merkwürdig übereinstimmende Werthe, dass man nicht leicht begreift, wie dieselben bei den rohen Mitteln zu Stande gekommen sind. Will man aus den wenigen Resultaten einen mittleren Fehler ableiten, so wird derselbe bei der Basis von Bourges nur etwa $^1/_{1800000}$ der Länge betragen, während er bei der Grundlinie von Perpignan etwa $^1/_{90000}$, bei derjenigen von Rhodés sogar $^1/_{20000}$ ausmacht. Da man bei den verschiedenen Messungen gleiche Sorgfalt seitens der Beobachter voraussetzen muss, so kann der grössere oder geringere Grad von Genauigkeit nur theils von zufälliger Compensation verschiedenartig wirkender Fehler herrühren, theils von grösseren oder geringeren Schwankungen in der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft. — Die Basis von Bourges ist durch zwei Ketten von 19 bezw. 20 Dreiecken mit der von Rhodés verbunden, und diese durch ebenfalls zwei Ketten von je 11 Dreiecken mit der Basis von Perpignan. Die gemeinschaftliche Mittelseite ergab sich

im Mittel aus zwei Ketten aus der Basis von Bourges zu *14191,92 Toisen*,
„ „ „ „ „ „ „ „ „ Perpignan „ *14191,50* „ ,

also ein bemerkenswerth gutes Resultat. Dieselbe Seite aus der nahe gelegenen Basis von Rhodés abgeleitet wich von diesen Werthen erheblich ab; es lag das jedoch hauptsächlich an den sehr spitzen Winkeln der Uebertragungsdreiecke. Dass dies nur der Grund der schlechten Uebereinstimmung war, zeigte sich im Jahre 1742, als für die Zwecke der topographischen Vermessung im Parallel *180000 Toisen* südlich von Paris bei Riom in der Nähe von Clermont, ungefähr in der Mitte zwischen der Grundlinie von Bourges und Rhodés, eine Basis von etwa *7100 Toisen* in derselben Weise und mit derselben Sorgfalt wie die in Rede stehenden gemessen war; dieselbe wurde durch sechs Dreiecke mit der Kette des grossen Meridians verbunden; die hieraus gefundenen Seitenlängen stimmten mit den aus den Grundlinien von Bourges und Perpignan abgeleiteten sehr gut überein.

Aus der Basis von Bourges ergab sich also die Picard'sche Grundlinie bei Paris zwischen Villejuif und Juvisy um etwa *6 Toisen* zu gross. Um diese Differenz zu erklären, wurde die Grundlinie, wie schon erwähnt, von Cassini im Jahre 1740 fünfmal gemessen.[4]) Das Verfahren der Messung war hierbei von dem bei den übrigen Grundlinien angewendeten etwas abweichend. Cassini ging zunächst von der Benutzung der Holzmaassstäbe ab und verwandte vier polirte Eisenstäbe von T-förmigem Querschnitt und je *15 Fuss* Länge; er entschloss sich zur Anwendung von Metallstäben, weil er über den schädlichen Einfluss der Feuchtigkeit auf Holzstäbe genugsame Erfahrung hatte, weil letztere mehr der Biegung unterworfen waren und weil zur Etalonnirung ja doch

[1]) A. a. O. S. 87. — [2]) A. a. O. S. 77. — [3]) A. a. O. S. 65. — [4]) A. a. O. S. 33. Vgl. auch *Base du système métrique* III. 505.

immer Eisenstäbe verwandt wurden und er deshalb weniger den Einfluss der Temperatur fürchtete, wenn er zur Messung dasselbe Material verwandte wie zur Etalonnirung. Zur Bestimmung der Länge der Stäbe wurde auf dem Fussboden des Meridiansaales des Pariser Observatoriums mittels mehrerer Copien der *Toise du Châtelet* eine Distanz von *10 Toisen* festgelegt; in diese wurden die vier Messstäbe bei + 14° R. (was nicht ganz unseren jetzigen 14° R. entspricht) eingepasst; ferner wurden Untersuchungen über die Ausdehnung der Stäbe angestellt, doch sind hierüber keine Details mitgetheilt. Bei der Messung wurde von Zeit zu Zeit („*de tems en tems*") durch Auflegen der Thermometer die Temperatur der Stäbe bestimmt. Um die Messung möglichst nahe im Alignement der Basis stattfinden zu lassen, wurden die Alignementspfähle dichter als gewöhnlich, von *50* zu *50 Toisen* gepflanzt. Auf das Aneinanderschieben der Stangen wurde die grösste Sorgfalt verwendet; zwei Stäbe blieben stets liegen, während die beiden anderen vorn angeschoben wurden. Die Stäbe wurden direct auf die Erde gelegt; eine Bestimmung der Neigung der Messstangen fand nicht statt, da das Terrain ganz eben war. Die Messung ging im Juni, Juli und August 1740 vor sich. Die Resultate der fünf Messungen waren:

5728	*Toisen*	*3*	*Fuss*	*0*	*Zoll*	*6*	*Linien*
5728	„	*4*	„	*4*	„	*9*	„
5728	„	*3*	„	*8*	„	*10*	„
5728	„	*4*	„	*9*	„	*10*	„
5728	„	*4*	„	*4*	„	*0*	„.

Nach Anbringung der Temperaturcorrection wurde im Mittel aus allen Messungen als Länge der Basis rund *5729 Toisen* angenommen. Der Betrag der Temperaturcorrection lässt sich nicht controliren, da die Angaben über die beobachteten Temperaturen sehr dürftig sind; sie beziehen sich nur auf die erste, zweite und vierte Messung und beschränken sich auf die Angabe, dass die Temperatur während der Messung bezw. 13 bis 30, 12 bis 28 und 14 bis 26,5 Grad betrug. Wollte man hiernach die Resultate der drei Messungen von einer mittleren Temperatur im Betrage von bezw. 21,5, 20 und 20,25 Grad auf die Vergleichstemperatur von 14° mit Hilfe des heute für Eisen angenommenen Ausdehnungscoefficienten reduciren, so würde man als Längen der Basis bezw. erhalten:

5729	*Toisen*	*0*	*Fuss*	*1*	*Zoll*	*7*	*Linien*
5729	„	*0*	„	*10*	„	*5*	„
5729	„	*1*	„	*4*	„	*9*	„.

Die Genauigkeit der Basis mag etwa $^1/_{50000}$ der Länge betragen. — Die Endpunkte der Picard'schen Basis wurden nicht mehr aufgefunden, doch konnte die Länge der Grundlinie mit Hilfe mehrerer Referenzpunkte reconstruirt werden und zwar wurde sie zu *5657 Toisen 2 Fuss 8 Zoll* gefunden, während Picard *5663 Toisen* erhalten hatte; die Picard'sche Messung war also um $^1/_{1000}$ zu gross; entsprechend wurde auch die gemeinschaftliche Seite Brie-Montlherie zu *13108,32 Toisen* erhalten, während sie von Picard zu *13121,60 Toisen* angegeben ist. Zum Schlusse der Messung wurden etwas ausserhalb der Endpunkte Pyramiden gesetzt und die definitive Länge der Grundlinie rund zu *5748 Toisen* angenommen.

Es mag hier gleich der sechsten Messung der Picard'schen Basis gedacht werden, welche im Jahre 1756 von acht Commissaren der Pariser Academie vorgenommen wurde.[1]) Die Commission theilte sich in zwei Abtheilungen, Godin, Clairaut, Le Monnier und La Caille einerseits und Bouguer, Camus, Cassini de Thury und Pingré andererseits, welche getrennt für sich die Messung vornahmen. An der Messung nahmen auch Lalande und der Mechaniker Canivet Theil, letzterer der vorzunehmenden Etalonnirung

[1]) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris. Année 1754. S. 172.

der Maassstäbe wegen. Zur Messung dienten vier Holzmaassstäbe von je *5 Toisen* Länge; dieselben waren zum Schutze gegen Feuchtigkeit mit Oel überzogen und an den Enden mit Eisen beschlagen, welche in Vorsprünge endigten, deren Endflächen bei dem einen convex, bei dem anderen eben waren. Als Messungsetalon diente die *Toise du Nord*, von der später die Rede sein wird. Mittels derselben wurden fünf schwache mit Holz umkleidete Stäbe von je *1 Toise* Länge etalonnirt; um Biegungsfehler zu vermeiden, wurden die Stäbe bei der Vergleichung mit dem Etalon vertical aufgehängt; wie dies bewerkstelligt wurde, ist nicht gesagt. Mit Hilfe dieser fünf Stäbe wurde dann eine eiserne Matrize von *5 Toisen* Länge etalonnirt; dieselbe war an den Enden mit senkrechten Vorsprüngen versehen, von denen der eine fest, der andere mittels Schraube beweglich war, weil man befürchtete, dass der lange Stab sich durch Biegung verändern könne. In diese Matrize wurden nun die vier Holzstäbe eingepasst. Diese etwas seltsamen Etalonnirungen waren bei 12° R. erfolgt. Bei einer Vergleichung der fünf eisernen Stäbe mit der Matrize bei 18,°5 R. wurden ihre Längen als gleich gefunden, und die vierfache Länge der fünf Stäbe um 0,5 Linien länger als die Summe der Holzstäbe. Hieraus schloss man, dass die Matrize und die eisernen Stäbe sich gleichmässig ausdehnten, dass die Holzstäbe einer merklichen Aenderung durch die Länge nicht unterlägen und kam zu dem irrthümlichen Entschluss, eine Temperaturcorrection nicht anzubringen. Man sieht, dass die Messung von 1756 gegen die von 1740 keinen Fortschritt documentirt. Ueber die weiteren Messoperationen ist nichts Besonderes zu erwähnen. Es wurde nicht ganz dieselbe Strecke gemessen wie im Jahre 1740, doch wurde die oben schon erwähnte Seite Brie-Montlherie nur um wenige Zehntel-Toisen anders gefunden als von Cassini, so dass es nunmehr nicht mehr bezweifelt wurde, dass die Picard'sche Basis um $^1/_{1000}$ zu gross war. Ueber die Ursachen dieses Fehlers ist viel debattirt worden. La Condamine[1]) hat versucht, dieselben zu erforschen; er meint, der Fehler würde sich erklären, wenn die Picard'sche Toise um *0,9 Linien* zu kurz gewesen sei; dies scheine aber ausgeschlossen zu sein, da Picard mit derselben die Länge des Secundenpendels nur *0,07 Linien* anders bestimmt habe als später de Mairan mit einer wohlverbürgten Toise. La Condamine glaubte, dass durch das Zusammenschrauben zu einem die beiden Stäbe sich gegenseitig zusammengepresst hätten und dass daraus eine Verkürzung des ganzen Maasses entstanden sei; er wies ferner darauf hin, dass die Anwendung nur zweier Messstäbe insofern einen Fehler habe herbeiführen müssen, als beim Anschieben des einen Stabes vor den liegen gebliebenen dieser jedes Mal eine Verschiebung nach rückwärts erlitten habe und dass hieraus eine Verlängerung der ganzen Basis resultirte. Diese beiden Punkte bezeichnen auch wohl die hauptsächlichsten Fehler der Picard'schen Basismessung. Was die interessante Frage nach dem Verbleib des Picard'schen Normals anbetrifft, so sagt freilich La Condamine bei einer späteren Gelegenheit direct,[2]) Picard habe sich um *6 Toisen* geirrt, weil seine Toise um *1 Linie* zu kurz gewesen sei; hiernach könnte es scheinen, als habe ihm die Picard'sche Toise vorgelegen. Dem steht aber das Zeugniss Lalande's[3]) entgegen, der ausdrücklich constatirt, die Toise sei verloren gegangen. Zach[4]) hat später versucht die Länge derselben nach einer Aeusserung von Gabriel Mouton[5]) zu reconstruiren. Letzterer hatte zur Festsetzung eines Universalmaasses, das er *virgula geometrica* nannte und dem er die Länge des Secundenpendels zu Grunde legen und eine decimale Theilung geben wollte, eine Anzahl verschiedener Maasse

[1]) La Condamine, Mésure des trois premiers degrés du méridien. Paris 1751. S. 246. — [2]) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris. Année 1757. S. 352. — [3]) Lalande, Astronomie. 2. Ausgabe. *3.* S. 89. — [4]) Zach, Corr. Astr. Gênes 1818. *1.* S. 215. — [5]) Observationes diametrorum solis et lunae apparentium Una cum nova mensurarum geometricarum idea, novaque methodo eas communicandi et conservandi in posterum absque alteratione. Autore Gabriele Mouton. Lugduni 1670.

schwingen lassen, unter Anderem auch eine ihm von Auzout, dem Mitarbeiter Picard's geschickte Copie des 1668 reformirten Pariser Fusses. Zach glaubte nun annehmen zu sollen, dass das Maass Picard's mit dem von Auzout identisch sei; er fand aus der von Mouton für diesen Fuss beobachteten Anzahl von Schwingungen in einer halben Stunde mit Berücksichtigung des Beobachtungsortes (Lyon), dass dieser Fuss um *0,693 Linien* zu kurz gewesen sei, was auf die Toise *4,158 Linien* ausmachen würde. Um so viel kann die Picard'sche Toise nicht zu kurz gewesen sein und der Zach'sche Versuch ist als gescheitert anzusehen.

Wenden wir uns nach dieser Abschweifung wieder zu den Cassini'schen Basismessungen. Während Cassini II die Picard'sche Basis revidirte, führte sein Sohn in demselben Jahre 1740 die Messung des grossen Meridianbogens nach Norden weiter. Eine Kette von 11 Dreiecken verband Paris und Amiens, in dessen Nähe eine Basis von *5242 Toisen* Länge zweimal gemessen wurde;[1]) die Differenz der Messungen betrug *2 Fuss.* Von hier führten zwei Ketten von je 10 und 11 Dreiecken nach dem nördlichsten Punkte des Bogens, nach Dünkirchen; hier wurde wieder eine Basis gemessen,[2]) in demselben Terrain wie die von 1718, aber von grösserer Ausdehnung. Die zweimal, mit einer Differenz von *2 Fuss* gemessene Länge war *6224 Toisen.* Aus derselben folgt mit Hilfe von zwei Anschlussdreiecken die Länge der nördlichsten Seite Dünkirchen-Honscote zu *8166,26 Toisen;* im Jahre 1718 war dieselbe Seite zu *8164,15 Toisen* bestimmt worden; da man aber bei einer vorgenommenen Vergleichung das damals zu Grunde gelegte Eisennormal um *0,25 Linien* zu lang gefunden hatte, so betrug der alte Werth *8166,52*, das Mittel aus altem und neuem Werth *8166,39 Toisen.* Aus der Dreiecksmessung folgte dieselbe Seite von der Basis bei Amiens abgeleitet zu *8167,97 Toisen.* Die ziemlich grosse Differenz von *1,58 Toisen* darf zum grössten Theile der schlechten Form der Uebertragungsdreiecke bei Dünkirchen zugeschrieben werden.

Als letzte der für Gradmessungszwecke in Frankreich von Cassini gemessenen Grundlinien möge die Basis von Arles[3]) genannt werden. Dieselbe diente der Längengradmessung zwischen dem Mont Victoire in der Provence und dem Mont Sette in Languedoc zur Grundlage. Die Basis ist die grösste der in Frankreich gemessenen; sie wurde im Januar 1740 zweimal, mit einer Differenz von *4 Fuss*, zu *9251 Toisen 1 Fuss* gemessen; die Messung dauerte nur drei Tage. Die grosse Differenz wird dem während der Operation herrschenden starken Winde zur Last gelegt, der ein genaues Anziehen der Alignementsschnur nicht gestattet habe.

Ausser den eben geschilderten Grundlinien wurden zu derselben Zeit von Cassini und seinen Mitarbeitern noch eine grössere Anzahl von Basismessungen ausgeführt, die indess weniger geodätischen als geographischen Zwecken dienten. Sie bildeten die Grundlagen einer Reihe von Dreiecksketten, die im Parallel von Amiens, Paris und Orleans, sowie den Grenzen des Königreichs entlang geführt wurden und den Rahmen für die spätere Cassini'sche Karte abgaben. Die Operationen bei der Messung dieser Grundlinien unterscheiden sich im Grossen und Ganzen wenig von dem bisher geschilderten Verfahren. Es möge deshalb genügen, die einzelnen Grundlinien kurz anzuführen; dieselben sind in folgender Tabelle zusammengestellt.[4])

Betreffs der Basis von Dax habe ich keine weitere Nachrichten finden können. Es mag noch bemerkt werden, dass bei der Basis von Grandville zum ersten Male convexe Endflächen an den Messstäben angewendet wurden. Ein originelles Mittel wurde bei der Messung der Basis von Goulven gebraucht, die Stäbe vor dem wechselnden Einfluss der Feuchtigkeit zu schützen. Man legte sie vor der Messung eine Zeit lang in

[1]) Méridienne de Paris vérifiée. Par C. F. Cassini de Thury. Paris 1744. S. 42. — [2]) A. a. O. S. 54. — [3]) A. a. O. S. 99. — [4]) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris. Année 1735. S. 413. 1736. S. 329. 1739. S. 119. 1740. S. 276. 1742. S. 86.

Wasser, um ihnen gleiche Consistenz zu geben, ein Mittel, das etwas an Doctor Eisenbart erinnert.

Zeit	Ort	Länge	Anzahl der Messungen	Ungefährer Betrag des mittl. Fehlers
1733	In der Nähe von Brest	1800 Toisen	—	—
„	Grandville in der Normandie	3732 „	—	—
1734	Harfleur bei Havre	3957 „	2	—
„	In der Nähe von Strassburg	3341 „	—	—
1735	Goulven bei St. Pol de Leon	4124 „	2	1/16000
1737	Nantes	5225 „	2	1/90000
„	Bordeaux	5286 „	2	1/90000
„	Dax	—	—	—
1740	Colmar	6224 „	2	—
1742	Riom	7100 „	2	1/20000

Wir gehen jetzt zu den Basismessungen der grossen französischen Gradmessungs-Expeditionen über und sprechen zunächst von der peruanischen.[1]) Dem Gradbogen in Peru lag je eine am nördlichen und südlichen Endpunkte gemessene Basis zu Grunde. Das Verfahren der Messung derselben zeigt zwar in Einzelheiten einige Verfeinerungen, weicht aber im Wesentlichen von der zu derselben Zeit von Cassini befolgten Methode nicht ab, so dass die Güte der erhaltenen Resultate hauptsächlich der ausserordentlichen Sorgfalt der Beobachter zu verdanken ist. Die nördliche Basis wurde im November und December 1736 bei Yarouqui, einige Meilen östlich von Quito, gemessen; es hatte sehr schwer gehalten, in dem gebirgigen Terrain einen zur Basismessung passenden Platz zu finden und auch bei diesem betrug die Höhendifferenz zwischen den Basisendpunkten noch etwa 250 Meter. Bei der Messung theilten sich die Mitglieder der Expedition; Bouguer und La Condamine maassen in der einen Richtung, Godin mit einem der spanischen Officiere, die der Expedition beigegeben waren, von der anderen Seite. Es ist bekannt, dass jeder der drei Herren in der Folge die Resultate aller Messoperationen für sich bearbeitete; wir folgen im Nachstehenden der Schilderung Bouguer's und La Condamine's. Die Messstäbe waren bei jeder Abtheilung dieselben, drei Holzmaassstäbe von *20 Fuss* Länge, die an den Enden in Schneiden auslaufende Kupferlamellen trugen; letztere waren so angeordnet, dass bei dem Contact zweier Stäbe die Schneiden senkrecht zu einander standen, so dass sich die Stäbe nur in einem Punkte berührten, was einen bemerkenswerthen Fortschritt documentirt. Die Längen der Messstäbe wurden mittels einer Copie der aus Frankreich mitgenommenen Toise, der später so bekannten *Toise du Pérou*, täglich mindestens einmal, oft auch mehrmals bestimmt und die erhaltenen Differenzen berücksichtigt. Die *Toise du Pérou*[2]) selbst wurde, um sie nicht den Wechselfällen der Reise auszusetzen, ständig in Quito aufbewahrt. Die bei den Vergleichungen herrschenden Temperaturen wurden zwar beobachtet, doch wurden die Ausdehnungen des Etalons und der Stäbe nicht in Rechnung gezogen; man gebrauchte nur die Vorsicht, den Normalstab stets in einem Zelte aufzubewahren, um ihn vor directen Sonnenstrahlen zu schützen. Das Alignement ging nach dem mehrfach geschilderten Verfahren vor sich. Um bei der Messung die Stäbe horizontal legen zu können, wollten Bouguer und La

[1]) Bouguer, Figure de la Terre. Paris 1749. La Condamine, Mesure des trois premiers degrés du méridien dans l'hémisphère austral. Paris 1751. — [2]) C. Wolf, Histoire des etalons de l'observatoire de Paris. Ann. de chim. et de phys. 1882. Januar-Heft. — Diese Zeitschr. 1883. S. 61. 176. 248. 392.

Condamine zuerst Stative anwenden; da die ihnen zu Gebote stehenden aber nicht stabil genug waren, so gingen sie zu dem beschwerlicheren Verfahren über, die Stäbe direct auf die Erde zu legen und mittels untergelegter Keile horizontal zu stellen; die Horizontalität wurde mit Hilfe eines aufgesetzten Niveaus geprüft. Erlaubte die Unebenheit des Terrains es nicht, zwei nebeneinander liegende Stangen in eine Horizontale zu legen, so wurde der Endpunkt der letzten Stange auf den Anfangspunkt der nächstfolgenden mittels eines Lothes heruntergelothet, ein Verfahren, das wir später stets angewendet finden, doch scheinen Bouguer und La Condamine die Dicke des Lothfadens noch nicht berücksichtigt zu haben. Musste die Messung unterbrochen werden, so wurde die letzte Endschneide in folgender Weise im Terrain festgelegt; links und rechts vom Stabe wurde je ein Pfahl eingerammt; auf den Köpfen derselben wurde senkrecht zur Basis ein feiner Seidenfaden so gespannt, dass er senkrecht unter der Schneide war; die Lage des Fadens auf den Köpfen der Pfähle wurde markirt und bei Wiederaufnahme der Messung die Operation in umgekehrter Reihenfolge vorgenommen. In dieser Weise ging die Basismessung in 25 Tagen vor sich; die Resultate der beiden Messungen, Bouguer's und La Condamine's einerseits und Godin's andererseits, wichen nur um *3 Zoll* von einander ab: erstere erhielten als Länge *6272 Toisen 4 Fuss 5 Zoll*, letzterer *6272 Toisen 4 Fuss 2 Zoll*, ein mit Rücksicht auf die Hilfsmittel recht zufriedenstellendes Resultat. Die Endpunkte wurden etwas ausserhalb der gemessenen Strecke durch Pyramiden bezeichnet. Mit Berücksichtigung dieses Umstandes und nach Reduction der Länge auf das Niveau des nördlichen Endpunktes, zu welchem Zwecke die relativen Höhenlagen einzelner Zwischenpunkte durch Messung von Zenithdistanzen bestimmt worden waren, erhält Bouguer als Länge der Basis *6274,057 Toisen*, La Condamine *6274,045 Toisen*.

Von der Basis bei Yarouqui führte eine Kette von 32 Dreiecken nach dem südlichen Endpunkte, wo Bouguer und La Condamine im Jahre 1739 bei Tarqui eine zweite Basis maassen. Godin beschloss seine Dreieckskette, die ganz unabhängig von der anderen gelegt war, durch die Messung einer etwas nördlich von Tarqui gelegenen Basis, über welche mir aber nichts Näheres bekannt ist. Die Basis von Tarqui wurde von beiden Beobachtern ganz unabhängig von einander gemessen, jedoch ganz in derselben Weise wie bei der ersten Messung. La Condamine maass nur noch jedesmal die Höhe des Lothes, welche nöthig war, um die Endpunkte zweier nicht in einer Horizontale befindlichen an einander grenzenden Stäbe auf einander zu beziehen; hierdurch hatte er eine Controle für die gegenseitige Höhenlage der einzelnen Punkte, die er ausserdem durch Zenithdistanzen bestimmte. Das Terrain war bei Tarqui günstiger als bei der ersten Basis; es war fast ganz eben, nur musste in der Mitte auf eine Länge von *250 Toisen* ein stehendes Gewässer von *1 Fuss* Tiefe passirt werden; hier wurden neben der Alignementsschnur Pfähle eingeschlagen, die Stäbe auf das Wasser gelegt und an die Pfähle festgebunden. — Zur Etalonnirung der Holzstäbe war jeder Beobachter mit einer eisernen Toise versehen, deren Längen zweimal mit einander verglichen waren. Nach Berücksichtigung der hierbei beobachteten Differenzen betrug der Unterschied zwischen der von beiden Beobachtern erhaltenen direct gemessenen Länge der Basis nur *4 Linien*. Nach Reduction auf das Niveau des nördlichen Endpunktes der Basis von Yarouqui, auf das alle Seiten bezogen sind, werden die Differenzen jedoch etwas grösser, Bouguer erhielt als Schlussresultat *5258,90 Toisen*, La Condamine *5258,95 Toisen*, immerhin ein bemerkenswerth gutes Resultat. Aus der Winkelmessung leitete Bouguer diese Länge zu *5259,21 Toisen* ab, La Condamine zu *5260,03 Toisen*. Die bessere Uebereinstimmung Bouguer's rührt davon her, dass er die Temperaturcorrection [1]) der Stäbe berücksichtigt

[1]) Ueber die Bestimmung der Ausdehnungscoefficienten durch Bouguer, vergl. Mém. de l'Acad. des sciences de Paris. Année 1745. S. 230.

hat, während La Condamine dies nicht gethan hat, woraus sich die ziemlich beträchtliche Differenz von *1,08 Toisen* erklären dürfte. Da während der Messung der Basis von Tarqui keine thermometrischen Beobachtungen gemacht waren, so hatte La Condamine bei der Redaction seines Werkes von nachträglichen Correctionen *après coup*, wie er sich ausdrückt, abgesehen. Es ist köstlich zu lesen, wie La Condamine sein Verfahren, keine Temperaturcorrection anzubringen, zu rechtfertigen sucht; er beweist, dass die mittlere Temperatur während der beiden Basismessungen dieselbe war (+ 13° R) wie die Vergleichstemperatur zur Zeit, als die *Toise du Pérou* in Paris etalonnirt wurde. Die mittlere Temperatur während der ersten Basismessung, sagt La Condamine, betrug nach den Angaben der Thermometer + 10°,5 R. Während der Messung der zweiten Basis wurden keine Thermometerbeobachtungen angestellt, doch herrschte eine so warme Witterung, dass La Condamine die Temperatur oft auf 20° und darüber schätzen zu können glaubte; doch hören wir ihn selbst: *La circonstance seule, d'avoir mesuré dans l'eau jusqu'à mi-jambe, sans ressentir ni incommodité ni la plus legère impression de froid, suffit pour faire juger par comparaison à d'autres expériences, que le thermomètre devoit être alors à 20 degrés* La Condamine nimmt dann als mittlere Temperatur für die Basis von Tarqui + 16° R, so dass er in Verbindung mit den obigen 10°,5 als mittlere Temperatur für beide Basismessungen + 13° R. erhält; da nun die *Toise du Pérou* bei derselben Temperatur seinerzeit etalonnirt worden war, so glaubte La Condamine gerechtfertigt zu sein, wenn er keinerlei Temperaturcorrection an die Messung anbrachte. Hierauf ist die allgemeine Annahme über die mittlere Temperatur, die während der Gradmessung in Peru geherrscht haben soll, zurückzuführen. — Man darf indess nicht annehmen, dass La Condamine die Frage der Ausdehnungen der Metalle und die hieraus folgenden Correctionen in derselben Weise behandelt habe, wie er sich seine mittlere Temperatur von 13° construirte. Er hat für seine Zeit recht hübsche Bestimmungen über Ausdehnungscoefficienten gemacht. Obgleich diese Untersuchungen mit den hier in Rede stehenden Basismessungen in keiner Beziehung stehen, so mögen sie doch erwähnt werden, da die Resultate derselben bei späteren Messungen vielfach benutzt worden sind. Schon in Quito versuchte er, die Ausdehnung der *Toise du Pérou* zu bestimmen, kam aber mit den ihm zu Gebote stehenden Hilfsmitteln zu keinem Resultat. Nach Frankreich zurückgekehrt, setzte er seine Arbeiten mit der *Toise du Nord* fort, von der gleich gesprochen werden wird. Er liess diese und eine andere gut bestimmte Toise in getrennten Räumen, die er aber gleichzeitig übersehen konnte, als Pendel schwingen und beobachtete bei einer Temperatur von 13° in beiden Räumen die Anzahl der Schwingungen in einer bestimmten Zeit. Dann liess er den Raum, in dem die *Toise du Nord* war, auf 55° R. erwärmen, während der andere Raum in der Temperatur von 13° belassen wurde. Indem dann wieder die Anzahl der Schwingungen beider Pendel gezählt wurden, konnte berechnet werden, um wie viel die *Toise du Nord* länger geworden war. La Condamine erhielt als Ausdehnungscoefficient dieser Toise, in modernem Maass ausgedrückt, *10,6 Mikron* pro Centigrad. Dass nicht alle Ausdehnungsbestimmungen jener Zeit mit dem Ernst und der Gründlichkeit La Condamine's ausgeführt wurden, zeigt das Beispiel Godin's, der für die höheren Temperaturen fast den doppelten Betrag des Ausdehnungscoefficienten wie La Condamine erhielt, für niedrige Temperaturen aber nahe denselben Betrag. La Condamine zeigt, wie dies Resultat entstehen konnte. Bei den niedrigen Temperaturen hatte Godin Toise und Thermometer in den Schnee gelegt, so dass die Temperaturen derselben nahe gleich sein konnten; bei den hohen Temperaturen hing aber das Thermometer in freier Luft, während die Toise auf Steinboden lag, den Wirkungen der vollen Sonne ausgesetzt, und in Folge der strahlenden Wärme also eine viel höhere Temperatur haben musste.

Die zweite französische Gradmessungs-Expedition ging im Jahre 1736 unter Führung von Maupertuis[1]) nach Lappland; die übrigen Mitglieder der Commission waren Clairaut, Camus, Le Monnier und Outhier, denen sich der schwedische Astronom Celsius angeschlossen hatte. Letzterer hatte Maupertuis die Idee zu einer nordischen Gradmessung gegeben und es hätte ihm eigentlich die Führung der Commission gebührt, besonders da ausser Outhier kein einziger der Theilnehmer in praktischen Beobachtungen erfahren war, aber, sagt Montucla: *Maupertuis était agréable, il faisait des chansons, il jouait de la guitare et cela lui aida à obtenir la commission, qu'il demandoit.*[2]) Die lappländische Expedition löste ihre Aufgabe in überraschend kurzer Zeit; das ungastliche Klima hatte eine beschleunigende Wirkung auf die Operationen ausgeübt. Die Amplitude des gemessenen Bogens ist freilich auch gering, sie beträgt noch nicht ganz einen Grad; zur Messung der Entfernung der Endpunkte reichte daher eine Kette von nur wenigen Dreiecken aus. Die Seitenlängen derselben basirten auf nur einer in der Mitte der Kette gemessenen Grundlinie; eine Controle für Basis- und Winkelmessung existirt daher nicht. Die Basis wurde im December 1736 auf dem Eise einer seeartigen Erweiterung des Tornea-Flusses gemessen. Die Mittheilungen über das bei der Messung derselben angewandte Verfahren sind recht dürftig. Zur Messung dienten acht Holzmaassstäbe von je *5 Toisen* Länge; dieselben waren mittels einer von Langlois verfertigten eisernen Toise, der später so bekannt gewordenen *Toise du Nord*, etalonnirt worden. Die Etalonnirung war bei + 15° R. oder bei + 62° des Thermometers von Prins, das vermuthlich eine der Fahrenheit'schen ähnliche Theilung hatte, erfolgt. Um die Längen der Stäbe während der Messung controliren zu können, waren Matrizen — ob von Eisen oder von Holz, ist nicht gesagt, — angefertigt worden, die an den Enden senkrechte Vorsprünge trugen, in welche die Stäbe bei der Vergleichstemperatur von + 15° R. genau hineinpassen sollten; während der Messung wurden nun die Stäbe öfter in diese Matrizen eingelegt, wodurch man natürlich zu einem Urtheil über die wahre Länge der Stäbe nicht kommen konnte. Bei der Messung wurden die Stäbe auf den Boden gelegt und einfach an einander geschoben. Dies Alignement wurde in der üblichen Weise bewirkt. Die Neigung der Stangen wurde nicht berücksichtigt. Die Mitglieder der Expedition hatten sich in zwei Abtheilungen getheilt, von denen jede die Messung unabhängig vornahm. Die Messung dauerte 7 Tage; es konnte täglich nur während der Mittagszeit, in der kurzen Zeit, wo die Sonne schien, gemessen werden; einige Male wurde auch beim Scheine der Polarlichter gearbeitet; während der Messung herrschte eine so starke Kälte, dass mehreren Beobachtern die Finger erfroren. Dabei ging die Messung in mehrere Fuss hohem Schnee vor sich. Die Resultate der beiden Messungen differirten nur um *4 Zoll* von einander, bei einer Länge der Basis von *7406 Toisen 5 Fuss*. Selbst wenn man diese merkwürdig gute Uebereinstimmung mit Rücksicht darauf, dass beide Messungen unter genau gleichen Umständen stattfanden, als Resultat einer vorurtheilslosen Berechnung gelten lassen will, wird man doch den Werth der Basislänge von vornherein als unrichtig und zwar als zu gross betrachten dürfen. Zunächst hat Maupertuis den Einfluss der Temperatur unberücksichtigt gelassen; er meinte, dass die Wärmeausdehnung auf Holzstäbe keinen wesentlichen Einfluss üben könne. Es genügt, darauf hinzuweisen, dass die Etalonnirung der Stäbe bei + 15° R. erfolgte, während bei der Messung eine grosse Kälte, vielleicht mindestens — 15° R. herrschte — leider sind keine Temperaturangaben gemacht — dass also die Differenz zwischen Vergleichstemperatur und derjenigen bei der Messung auf 30° zu schätzen ist und hieraus eine Verkürzung der Stäbe folgen musste, die das ganze Resultat um mehrere Toisen zu gross erscheinen lässt. Ein fernerer Umstand, der auf die

[1]) Oeuvres de Mr. de Maupertuis. Lyon 1756. T. III. — [2]) Zach, Monatl. Corr. *13.* S. 110, Gotha 1806. (In Celsius' Biographie.)

Basislänge vergrössernd einwirken musste, ist der, dass die Neigung der Messstangen unberücksichtigt geblieben ist, dass man also die Hypotenuse anstatt der Kathete gemessen hat; endlich ist das Alignement mittels der ausgespannten Schnur in dem hohen Schnee gewiss stark fehlerhaft gewesen und auch dies trug dazu bei, das Resultat zu gross zu machen. Die Länge der Basis ist also sicher zu gross erhalten worden; natürlich musste dann auch die terrestrische Entfernung der Endpunkte des Bogens zu gross werden und Maupertuis erhielt daher einen zu grossen Werth für die Länge des Grades. In der That hat auch bei einer Neumessung des nordischen Gradbogens, von der später die Rede sein wird, Svanberg einen viel kleineren Werth hierfür bekommen. Die Maupertuis'sche Messung hat viele Anfechtungen zu erleiden gehabt, vielfach mit Unrecht, wie Rosenberger,[1]) der aber die Basismessungen als richtig annimmt, für die Winkelmessung und die astronomischen Bestimmungen nachwies. Svanberg[2]) hielt die geodätischen Messungen für gut, dagegen die astronomischen für fehlerhaft. Delambre[3]) glaubte der lappländischen Gradmessung vor der peruanischen den Vorzug geben zu können. Es ist bekannt, dass die Resultate der lappländischen Messung zuerst den praktischen Beweis für die Richtigkeit der Newton'schen Theorie ergaben. Dies kam aber Cassini, der keine abgeplattete Erde wollte, sehr ungelegen und er focht daher die Maupertuis'sche Messung an; Maupertuis beklagt sich hierüber in einem Briefe an Celsius[4]) und nennt Cassini *le diable de l'astronomie*. Mochten nun die Angriffe Cassini's ihm Zweifel an der Richtigkeit seiner Messung einflössen oder mochte er selbst seiner Sache nicht ganz sicher sein, kurz Maupertuis beschloss, eine neue Messung im Norden auf seine eigenen Kosten vorzunehmen und suchte Celsius hierfür zu gewinnen; Celsius starb aber bald darauf und Maupertuis wurde nach Berlin berufen, so dass die Absicht nicht zur Ausführung kam.

Eine dritte französische Expedition wurde im Jahr 1751 von La Caille nach dem Caplande unternommen.[5]) Dieselbe verfolgte allerdings zunächst rein astronomische Zwecke, doch wurde La Caille durch sein Interesse für die Geodäsie veranlasst, die Gelegenheit zu einer Gradmessung in der südlichen Breite von etwa 30° wahrzunehmen, um hieraus einen Schluss auf die Gestalt der südlichen Halbkugel ziehen zu können. Die Messung trägt einen sehr provisorischen Charakter; das Dreiecksnetz ist das einfachste von allen, das je einer Gradmessung zu Grunde gelegt hat, wie aus beistehender Figur 2 ersichtlich ist; es besteht nur aus zwei Dreiecken und zwei Basis-Anschlussdreiecken. Die zur Berechnung der Seiten dienende Basis *B B* ist im October 1752 zweimal mit Holzmaassstäben gemessen; die Differenz der beiden Messungen betrug *8 Zoll*, bei einer Länge der Basis von *6467 Toisen*. Die Messung unterscheidet sich in nichts von den bisher geschilderten, so dass wir nicht näher auf dieselbe einzugehen brauchen. Der anomale Werth, welchen La Caille für die Grösse eines Grades erhielt und der erst in diesem Jahrhunderte von Maclear richtig gestellt wurde, kann hier nicht weiter besprochen werden.

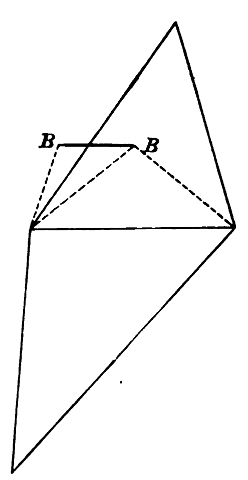


Fig. 2.

Im Jahre 1761 unternahm Cassini III es,[6]) den Längenbogen zwischen Brest und Strassburg, der, wie wir gesehen haben, eigentlich nicht zu Gradmessungszwecken

[1]) Astron. Nachr. 121—122. — [2]) Bode's Astronom. Jahrbuch 1806. Berlin 1803. S. 193 und 219. — [3]) Zach, Monatl. Corr. *18*, S. 48. Gotha 1808. — [4]) Zach, Monatl. Corr. *1*. S. 113 und 139. Gotha 1800. — [5]) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris. Année 1751. Paris 1755. S. 425. Eine Besprechung der La Caille'schen Messung hat Everest in den Mem. Roy. Astr. Soc. I., S. 255. London 1822 veröffentlicht. — [6]) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris. Année 1763. Paris 1766. S. 299.

gemessen war, über die französische Grenze auszudehnen. Das Jahr 1761 wurde mit Recognoscirungsarbeiten ausgefüllt; im folgenden Jahre fand die eigentliche Messung statt; eine Dreieckskette wurde über München bis Wien gelegt und die Messung durch drei Grundlinien, von denen die erste in der Pfalz, die zweite bei München und die dritte bei Wien gemessen wurde, controlirt. Die ersten beiden Basismessungen wurden von Cassini, die dritte von Liesganig ausgeführt. Wir werden auf diese Messungen, die den Ruhm Cassinis als Geodäten leider nicht erhöht haben, später zurückkommen.

Bei der letzten geodätischen Unternehmung Frankreichs, die in den Rahmen dieses Abschnittes fällt, der im Jahre 1787 von Cassini IV und dem englischen General Roy hergestellten Verbindung der Sternwarten von Paris und Greenwich,[1]) wurde keine neue Grundlinie gemessen, sondern die im Jahre 1740 gemessene Basis von Dünkirchen zu Grunde gelegt. Auf diese Messung folgte in Frankreich bald darauf die grosse Gradmessung, welche die Geodäsie mit dem Borda'schen Basis-Apparate bereicherte; über denselben werden wir in einem späteren Abschnitte sprechen.

Wenn wir einen Blick auf die bisher besprochenen französischen Basismessungen zurückwerfen, so muss es auffallen, dass die Methoden und Hilfsmittel der Messung in der ganzen Zeit wenig ausgebildet worden sind; es sind zwar Fortschritte bemerkbar, Bouguer und La Condamine verfahren sorgfältiger, wie Picard, aber im Grossen und Ganzen handelt es sich nur um die Ausbildung der von letzterem gegebenen Schablone. Einem wesentlichen Fortschritt in der Entwicklung der Basismessungen begegnen wir in der von Boscovich im Kirchenstaate ausgeführten Gradmessung, von der nun die Rede sein wird.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber eine anomale Erscheinung an Luftthermometern mit Metallgefässen von grosser Oberfläche.

Von

Mechaniker **R. Fuess** in Berlin.

Bei Gelegenheit der Herstellung eines Luftthermometers, das mir vor etwa $1^1/_2$ Jahren seitens einer chemischen Fabrik in Bestellung gegeben wurde und das den Zweck hatte, die Temperaturschwankungen innerhalb eines Apparates zwischen etwa 100 und 150° an weit entfernter Stelle anzugeben, bin ich zum ersten Male auf eine Erscheinung aufmerksam geworden, die sich auch später an ähnlichen Einrichtungen wiederholte und deren vollständige Erklärung mir bislang trotz vielfachen Nachdenkens noch nicht gelungen ist. Da mir die nähere Erforschung der Ursachen derselben von einschneidender Bedeutung für die ganze Theorie der Luftthermometer zu sein scheint, ich aber selbst an der weiteren Verfolgung der Frage durch Zeitmangel und Ueberhäufung mit anderen Arbeiten gehindert bin, so will ich hier kurz die betreffenden Versuche und die daraus erhaltenen Resultate beschreiben, um sich specieller für diesen Gegenstand Interessirende auf dieses Problem aufmerksam zu machen und damit vielleicht zum eingehenderen Studium desselben zu veranlassen.

In Berücksichtigung des sehr geringen Wärmeleitungsvermögens der Luft ist man bei einem solchen Thermometer, das nicht nur für specielle physikalische Experimente dient und daher einer besonderen zweckentsprechenden Behandlung während des Versuches unterworfen wird, sondern das stationär aufgestellt, den Temperaturschwankungen

---

[1]) Exposé des opérations faites en France en 1787 pour la jonction des observatoires de Paris et de Greenwich. Par M. M. Cassini, Méchain et Legendre. Paris 1792.

eines umgebenden Mediums wie ein gewöhnliches Quecksilberthermometer möglichst rasch und sicher folgen soll, genöthigt, der in dem Gefässe enthaltenen Luft die Form einer dünnen Schicht von sehr grosser Oberfläche zu geben, um die Anzahl der Berührungspunkte mit dem umgebenden Raum thunlichst zu vergrössern und dadurch den Temperaturausgleich zu beschleunigen. Damit ist man fast ausschliesslich auf die Anwendung von Metallgefässen angewiesen, deren Verhalten zu dem Füllungsgase, wie die Versuche zeigen, die erste unmittelbare Ursache der in Rede stehenden Erscheinung sein muss.

Das bei dem obigem Apparate angewandte Luftgefäss bestand demnach aus einem doppelwandigen Hohlcylinder aus Kupferblech von 60 cm Länge und 6 cm innerem, 10 cm äusseren Durchmesser. Die in dem Raum zwischen den beiden Wänden eingeschlossene Luft bildete daher eine Schicht von 2 cm Dicke bei 3000 ccm Inhalt, welche durch eine etwa 3117 qcm grosse Oberfläche begrenzt war. Auf 1 ccm Luft kam also etwa 1 qcm Gefässwand. Zur Füllung wurde gewöhnliche Luft verwendet, welche vor dem Eintritt in das Gefäss zum Zwecke der vollkommenen Trocknung durch eine lange, mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Glasröhre und ausserdem noch durch ein Gemisch von Chlorcalcium und pulverisirtem Bimstein geleitet wurde. Nachdem der trockene Luftstrom längere Zeit durch das in Eis stehende Gefäss in der Richtung seiner Längsaxe getrieben war, wurde dasselbe geschlossen und mit dem kurzen Schenkel eines Heberbarometers durch ein enges Bleirohr verbunden. Dabei zeigte das Barometer einen Anfangsdruck $h_0 = 763{,}21$ mm an.

Es bezeichne nun v_0 das Volumen der bei der Temperatur 0 in dem Gefässe vom Fassungsraum J_0 eingeschlossenen Luft, p_0 den von derselben geäusserten Druck, welchem durch eine Quecksilbersäule von der Höhe h_0 das Gleichgewicht gehalten wird. Tritt alsdann eine Erwärmung um t Grade ein, so würde das Volumen v_0, wenn es unter demselben Druck bliebe, sich vergrössern auf $v_0\,(1 + \varepsilon\, t)$, wo ε den Ausdehnungscoefficienten der Gasart bedeutet. Der Fassungsraum J_0 vergrössert sich dabei in Folge der Ausdehnung der Metallwände ebenfalls etwas und zwar um $t\,\delta J_0$, wenn δJ_0 die Aenderung pro Grad Cels. bedeutet. Ausserdem aber vergrössert er sich noch durch das Zurückweichen des Quecksilbers in dem kürzeren Schenkel des Manometerrohres und zwar, wenn beide Schenkel von gleichem Querschnitt q angenommen werden, um $q\,t\,\frac{\delta h}{2}$, wo δh die Veränderung der Höhe der Quecksilbersäule pro Grad bedeutet. Es ist demnach die Luft von dem Volumen $v_0\,(1 + \varepsilon\, t)$ eingeschlossen in einen Raum vom Inhalt $J_0 + t\left(\delta J_0 + q\,\frac{\delta h}{2}\right)$ und wird daher einen Druck p_t äussern, welchem durch die Quecksilbersäule von der Höhe h_t das Gleichgewicht gehalten wird.

Dann ist

$$p_0 = \frac{v_0}{J_0},$$

$$p_t = \frac{v_0\,(1 + \varepsilon\, t)}{J_0 + t\left(\delta J_0 + q\frac{\delta h}{2}\right)},$$

daraus

$$\frac{h_t}{h_0} = \frac{p_t}{p_0} = \frac{J_0\,(1 + \varepsilon\, t)}{J_0 + t\left(\delta J_0 + q\frac{\delta h}{2}\right)},$$

also

$$\frac{h_t - h_0}{h_0} = \frac{\delta h}{h_0} = \frac{t\left\{J_0\,\varepsilon - \left(\delta J_0 + q\frac{\delta h}{2}\right)\right\}}{J_0 + t\left(\delta J_0 + q\frac{\delta h}{2}\right)}.$$

Vernachlässigt man auf der rechten Seite den Werth $\delta J_0 + q\frac{\delta h}{2}$ unter Berücksichtigung des Umstandes, dass derselbe sogar noch gegen $\varepsilon\, J_0$ und also bei den hier in Betracht kommenden Temperaturen auch $t\left(\delta J_0 + q\frac{\delta h}{2}\right)$ gegen J_0 eine kleine Grösse ist, so wird die Folge sein, dass der aus der vereinfachten Formel

$$\delta h = \varepsilon\, t\, h_0$$

berechnete Werth von δh unter allen Umständen bei positiven Werthen von t etwas

zu gross, bei negativen etwas zu klein ausfällt. Streng genommen wäre auch noch der Einfluss der im Verlauf der Versuche nothwendig etwas veränderten Temperatur der Luftleitung in Betracht zu ziehen, derselbe ist indess bei dem sehr geringen Durchmesser des letzteren von nur 2 mm verschwindend gering.

Nach der Erhitzung des Gefässes auf 100° in einem Dampfmantel hätte nun nach obiger Formel das Barometer um etwas weniger als 763,21 . 100 . 0,00367 = 280,10 mm ansteigen sollen, wo ϵ, der Ausdehnungscoefficient der Luft mit dem wohl sicher bis auf die Einheit der letzten Stelle verbürgten Regnault'schen Werthe 0,00367 angesetzt ist. Die Ablesung des Barometers ergab dagegen ein Ansteigen um rund 309,0 mm, also um etwa 29 mm mehr als berechnet.

Mehrere Wiederholungen des Versuches, d. h. Abkühlung des Gefässes auf 0° und Wiedererwärmung auf 100° zeigten dieselbe Abweichung, nur fiel die Steighöhe des Quecksilbers bei jedem folgenden Versuch etwas geringer als beim vorhergehenden aus. Dieser letztere Umstand schien darauf hinzudeuten, dass entweder ein Theil der eingeschlossenen Luft entwichen, oder aber, dass von dem Sauerstoff der Luft ein Theil durch die grossen Kupferwände absorbirt und dadurch die ursprüngliche Gasdichte verändert sein konnte; endlich konnte auch vermuthet werden, dass trotz aller Vorsichtsmaassregeln die zur Füllung benutzte Luft doch noch etwas Wasserdampf enthalten habe, welcher sich allmälig in der kälteren Bleirohrleitung verdichtet haben konnte. Allen diesen Vermuthungen widersprach jedoch, abgesehen von anderen Gründen, die nach jedem Versuche ziemlich genau gleiche Angabe des Manometers beim Eispunkte.

Das Gefäss wurde nun wieder geöffnet, sorgfältig mit trockenem Stickstoff gefüllt und unter einem Luftdruck von 751,8 mm im Eisbade von Neuem an das Manometer angeschlossen. Die Steighöhe des Manometers für 100° hätte nun weniger als 751,8 . 100 . 0,00366 = 275,16 mm betragen müssen, jedoch stieg das Manometer bei

Versuch	1	2	3	4	5	6	7
um	28,83	26,31	26,71	26,21	24,69	22,54	21,04 mm

höher als bis zum berechneten Stand. Diese Zahlen zeigen einen eigenthümlichen Verlauf. Wenn auch bei Versuch 3 wieder ein geringes Ansteigen beobachtet wurde und bei 4 der Manometerstand der Höhe von 2 nahe kam, so ist doch im Ganzen die Tendenz zum Fallen unverkennbar. Es wurde darauf eine Probe zur Ermittlung der Dichtheit des Gefässes vorgenommen und dasselbe vier Stunden lang im Dampfbade erhalten. (Selbstverständlich war das Gefäss vordem unter weit höheren Drucken probirt worden). Das Manometer änderte seinen höchsten Stand, welcher wieder etwas niedriger ausfiel als bei Versuch 7, während der angegebenen Zeit aber gar nicht und bei der dann folgenden Eisprobe war die Einstellung die gleiche wie bei allen vorhergegangenen Versuchen. Die Messung ergab 20,6 mm über dem berechneten Spannungswerth.

Ausser der Temperatur 0 und 100 wurde noch bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur der Stand des Manometers abgelesen und stets höher als berechnet befunden, es wurde jedoch dieser Umstand weniger beachtet, weil für den speciellen Gebrauch des Luftthermometers nur höhere Wärmegrade in Frage kamen und es sich bei dem ganzen Experiment zunächst nur darum handelte, ein Intervall von 100° mit den bekannten Mitteln zu bestimmen, um darnach eine höher hinauf reichende Scale festzustellen.

Leider konnten die Versuche nicht weiter geführt werden, weil die Bleirohrleitung defect wurde; es wurde nur noch ein Experiment mit einem Glaskolben (1½ Liter Inhalt) als Luftgefäss gemacht, welches, wie zu erwarten war, mit befriedigender Genauigkeit die berechneten Werthe ergab.

Auf Grund dieser vor etwa 1½ Jahren angestellten Versuche vermuthete ich, dass die Ursache der höheren Spannung in einem Abwerfen der an der relativ grossen

Oberfläche des Gefässes verdichteten Gase bei steigender Temperatur zu suchen sei. Meines Wissens ist zwar diese Erscheinung bislang nur bei sehr viel höherer Temperatur als die hier in Anwendung gekommene beobachtet und untersucht worden, so dass immerhin zweifelhaft blieb, ob in der That dieser Einfluss ausreichend sei, um die Differenzen von so auffälligem Betrage zu erklären. Wenn ich jetzt trotzdem meine Vermuthung aufrecht erhalten möchte, so veranlassen mich dazu die folgenden Erfahrungen an zwei anderen Luftthermometern, deren Ergebnisse den vorigen sehr ähnlich sind.

Zu einem für die Wetterwarte in Magdeburg herzustellenden Thermographen, zu welchem Dr. A. Sprung die leitende Idee gab, und bei welchem in analoger Weise wie bei dem Sprung-Fuess'schen Waagebarographen[1]) das Gewicht der Quecksilbersäule durch ein Laufgewicht aequilibrirt wird, construirte ich ein Luftgefäss, welches ähnlich dem vorigen aus einem kupfernen doppelwandigen Rohre von 18 und 20 cm Durchmesser und 50 cm Länge bestand. Die Luft war demnach darin in einer Schicht von nur 1 cm Dicke eingeschlossen, so dass bei einer Oberfläche des Gefässes von etwa 6000 qcm der Inhalt nur 3000 ccm betrug. Ein qcm Gefässwand hatte also nur die ihm anliegende 5 mm dicke Luftschicht zu erwärmen und es wurde von dieser Construction ein rasches Folgen und ein geringes Verzögern der Schwankungen der Luftwärme erwartet.

Das Gefäss wurde mit trockenem Stickstoff gefüllt und unter der Leitung von Dr. Sprung mit dem Manometer des Registrirapparates verbunden. Bei der Probe ergab sich, dass das Laufgewicht des Apparates um etwa 41 Gramm zu leicht war und dass deshalb die Quecksilbersäule bei nur 20° Temperaturunterschied die berechnete Höhe schon um etwa 5 mm überschritt.

Gegenwärtig habe ich nun einen gleichen Apparat wie den vorstehenden hergestellt, bei welchem die Bewegung der Quecksilbersäule des Manometers nach dem gegebenen Anfangsdruck von 610 mm Quecksilbersäule auf 2,232 mm für 1 Centigrad berechnet war. Die sorgfältig vorgenommene Prüfung in Eis und bei + 20° ergab aber einen Unterschied von 4 mm über dem berechneten Werth, also eine Gradlänge von 2,520 mm am Manometer, und das Laufrad des Apparats musste um 31 Gramm schwerer werden. (Der Gewichtunterschied gegen den Magdeburger Apparat war durch den grösseren Anfangsdruck in letzterem begründet.)

Es scheint demnach erwiesen zu sein, dass die Regnault'sche Formel für die Spannung von Gasen in Metallgefässen (Kupfer) von grosser Oberfläche und relativ geringem Inhalt nicht anwendbar ist und dass ferner das Abwerfen der an Metallflächen verdichteten Gase schon bei sehr niedrigen Temperaturen einzutreten scheint. Für das eigenthümliche Zurückweichen der Manometerstände bei wiederholter Erwärmung bis 100° bei den ersten Versuchen fehlt es dagegen bis jetzt an jeder Erklärung.

Dasselbe liess befürchten, dass bei Verwendung von Metallgefässen der beschriebenen Art auch schon bei niederen Temparaturen ein ungleichmässiges Fortschreiten des Gradwerthes stattfinden könnte. Um hierüber ein Urtheil zu gewinnen, wurden an dem letzterwähnten Apparate noch folgende allerdings etwas rohe und daher nicht ganz kritische Versuche angestellt, die aber leider diese Vermuthung zu bestätigen scheinen:

Verschiebung des Laufgewichtes in mm.

Temperatur-intervall	Vers. I.	Vers. II.	Vers. III.	Vers. IV.
— 21,5 bis 0°	—	—	88,5	132 (0° bis + 10)
0 „ + 10	45,5	45,5	46,0	
+ 10 „ + 20	48,0	48,2	50,0	51,8
+ 20 „ + 30	42,0	41,5	43,0	44,0

[1]) Loewenherz, wissensch. Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung S. 233.

Die Versuche I und II einerseits und III u. IV andererseits bilden je eine zusammenhängende Reihe. Es wurde also bei I im Eisbade angefangen, sodann das Bad auf + 10, + 20, + 30° gebracht und der registrirte Weg des Laufrades gemessen. Von + 30° wurde dann bei II wieder auf + 20° u. s. w. zurückgegangen. Bei III wurde von + 30° angefangen und von 0 übergegangen zu einer Kältemischung von — 21.5°. Nachdem das Kupfergefäss über eine halbe Stunde lang in derselben gestanden und die Schreibfeder eine genau gerade Linie zog, glaubte ich annehmen zu dürfen, dass das Gefäss mit seinem Luftinhalt die Temperatur — 21,5° wirklich besass, wenn auch der Ausschlag von 88,5 mm verhältnissmässig viel zu gering war. Von — 21,5° wurde dann direct übergegangen zu + 10° und hier zeigte sich eine Art Nachwirkung in dem Sinne, dass das Laufrad, nachdem es sich rasch dem Stande bei den vorhergehenden Messungen bei + 10° bis auf eine kleine Strecke genähert hatte, anfing, sich immer langsamer weiter zu bewegen. Trotzdem die Temperatur von + 10° lange Zeit constant erhalten wurde, wanderte die Schreibfeder immer noch weiter und hatte daher sicher noch nicht ganz den Ruhepunkt erreicht, als der Versuch abgeschlossen werden musste. Daher rührt wahrscheinlich die aussergewöhnlich grosse Zahl 51,8 zwischen + 10 und + 20°; der jähe Uebergang von — 21,5 bis + 10° mag hier einen besonderen Einfluss ausgeübt haben.

Die Betrachtung der obigen Zahlenreihen ergiebt, dass der Spannungscoefficient der Luft zwischen + 10 und + 20° entschieden höher ist, als zwischen 0 und + 10 und + 20 bis + 30°. Ausserdem variiren die correspondirenden Werthe der verschiedenen Reihen untereinander recht beträchtlich. Ob auch hier der immerhin ziemlich schnelle Uebergang von einer Temperatur zur anderen von Einfluss gewesen, will ich nicht entscheiden; es mag sein, dass dieser Uebergang ein Mal schneller, das andere Mal langsamer sich vollzogen hat. — Um etwaigen Bedenken von vornherein zu begegnen, möchte ich noch bemerken, dass der Inhalt der Luftleitung nebst der im Manometerrohre befindlichen Luft bei 0° rund 40 ccm, also nur $^1/_{75}$ vom Inhalt des Gefässes betrug und dass während der Versuche sowohl Barometerstand als Zimmertemperatur nahezu constant waren.

Als Controle habe ich ferner noch an demselben Apparat zwei Versuchsreihen mit einem etwa kugelförmigen Luftgefäss aus Glas von 2000 ccm Inhalt angestellt, deren Resultate folgende sind:

Verschiebung des Laufgewichtes in mm.

Temperaturintervall	Vers. I.	Vers. II.
0° bis + 10°	38,0	38,5
+ 10 „ + 20	38,9	38,8
+ 20 „ + 30	38,5	38,5

Reihe II ist auch hier die Fortsetzung der Reihe I, die Zahlen weisen mit Ausschluss der vielleicht ungenauen ersten eine viel grössere Gleichmässigkeit als die früheren auf, namentlich aber kann eine auffällige Verschiedenheit bei den verschiedenen Temperaturintervallen daran nicht erkannt werden. Die Zimmertemperatur schwankte während der fünfstündigen Dauer der beiden Versuchsreihen nur zwischen 22,5 und 23° C.

Bemerkt möge hier noch werden, dass trotz der ungünstigen Form des Gefässes — grosser Inhalt bei kleiner Oberfläche — und der ziemlich beträchtlichen und ungleichmässigen Dicke der Wände desselben, die in demselben enthaltene Luft doch viel schneller der Temperatur des umgebenden Mittels folgte, als ich selbst erwartet hatte.

Jedenfalls wäre es sehr wünschenswerth und von grosser Wichtigkeit, durch umfassendere Versuche die Ursache der beschriebenen Erscheinungen zu erforschen und

nicht allein mit trockener Luft oder Stickstoff, sondern auch mit anderen Gasarten, vielleicht auch mit Gefässen von anderen Metallen, insbesondere von verschiedener Oberflächenbeschaffenheit der inneren Gefässwände, vergoldet, verzinnt u. s. w., zu experimentiren, um auch das nähere Verhalten der ersteren gegen die Metallwände kennen zu lernen.

Es erscheint dieser Wunsch um so gerechtfertigter, als man bisher gewöhnt war, das Luftthermometer als Fundamentalinstrument zu betrachten und dessen Angaben als unabhängig von der Form und dem Material des Luftgefässes anzunehmen.

Kleiner Reisetheodolit mit Boussole.

Von
Mechaniker **H. Müller** und **F. Reinecke** (Fa. **A. Meissner**) in Berlin.

Das vor einiger Zeit von uns zunächst für den Gebrauch auf Forschungsreisen construirte Instrument hat sich in Folge seiner handlichen Einrichtung auch auf anderen Gebieten rasch Freunde erworben und es dürfte deshalb eine kurze Beschreibung desselben vielleicht auch manchen Lesern dieser Zeitschrift willkommen sein. Bei seiner Construction ist in Ansehung des ursprünglichen Zweckes in manchen Punkten von den sonst gebräuchlichen Anordnungen ähnlicher Instrumente nicht unwesentlich abgewichen worden und es waren dabei hauptsächlich folgende Gründe maassgebend. Einmal musste ausser der Sorge für besonders kräftigen, gegen Beschädigungen gehörig widerstandsfähigen Bau auf zweckmässige, das Operiren recht einfach und bequem gestaltende Anordnung der einzelnen Theile gesehen werden. Sodann war das Augenmerk darauf zu richten, das Instrument mit allen zu einer möglichst vielseitigen Anwendbarkeit unter allerdings beschränkter, für die erwähnten Zwecke aber vollkommen ausreichender Genauigkeit erforderlichen Einrichtungen zu versehen, dabei den ganzen Aufbau auf den kleinsten Raum zusammenzudrängen und auch das Gewicht auf das geringste Maass zu beschränken. Dass nebenher auf billigen Preis Rücksicht zu nehmen war, ist selbstverständlich.

Von wesentlichem Einfluss auf den bequemen Gebrauch des Instrumentes ist die eigenthümliche, später eingehender beschriebene Einrichtung des Stativkopfes. Derselbe besteht ganz aus Metall und seine obere, breite Fläche ist vollkommen eben gearbeitet und ziemlich glatt geschliffen. Auf ihr ruht das in Fig. 1 (a. f. S.) in etwa $^1/_3$ der wirklichen Grösse dargestellte Instrument mittels eines zwar kleinen, aber verhältnissmässig starken Dreifusses und dreier Fussschrauben *h*, die mit ihren Unterlagplatten durch Kugelgelenke fest verbunden sind. Die Unterlagscheiben sind auf ihrer unteren Fläche hohl ausgedreht, so dass sie die Stativplatte nur mit einem schmalen Ring berühren und auf derselben leicht verschoben werden können, so lange die Schraube des mit einem Haken zur Aufhängung des Lothes versehenen Federstengels noch nicht sehr fest angezogen ist.

Mit dem Dreifuss ist der zur Messung der Horizontalwinkel dienende Limbuskreis von 11 cm Durchmesser, dessen Theilung auf dem verticalen, versilberten Rand angeordnet ist, durch die Zapfenbüchse fest verbunden. Zum Theil waren es wieder Rücksichten auf Raumersparniss, welche diese verticale Anordnung der Kreistheilung der horizontalen vorziehen liessen, doch kamen hierbei, wie aus dem Weiteren hervorgehen wird, noch andere Rücksichten in Betracht. Durch den Limbuskreis hindurch geht der conische Zapfen, der mit der Alhidade fest verbunden ist. Letztere trägt zwei einander gegenüberliegende Nonien, mit deren Hilfe man ganze Minuten direct ablesen und halbe schätzen kann. Die Ablesung auf der cylindrischen Fläche ist jedenfalls bequemer als die auf einer horizontalen ebenen Fläche es sein würde, weil man das Auge der Theilung beliebig nähern kann, ohne durch irgend welche Theile des Instrumentes behindert zu sein. In Folge dessen bedarf es eines beweglichen und dem Verbiegen oder Zer-

brechen ausgesetzten Lupenarmes nicht, vielmehr kann ein normales Auge die in ziemlich kräftigen, aber scharfen Strichen ausgeführte Theilung bei guter Beleuchtung ganz frei ablesen, anderenfalls genügt eine beigegebene Handlupe vollständig.

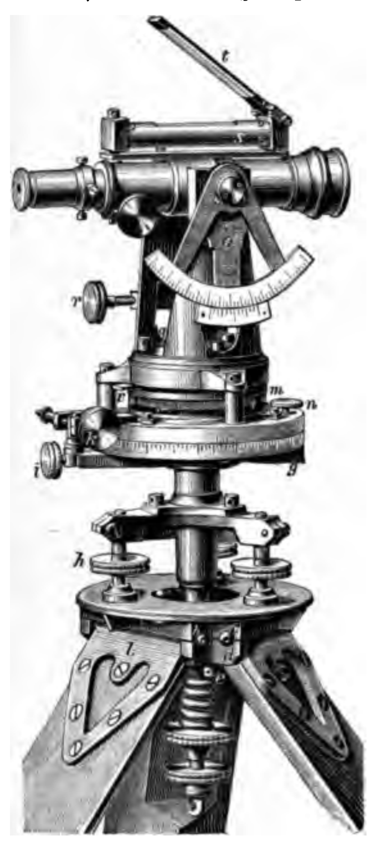


Fig. 1.

Zur feineren azimutalen Einstellung des Instrumentes dienen die Centralklemme *i*, deren Arm durch ein kleines Gegengewicht *g* ausbalancirt ist, und die Mikrometerschraube *k*. Auf dem Alhidadenkreis ruht mit drei säulchenartigen Füssen der Fernrohrträger; die Schrauben, mit welchen er befestigt ist, gehen durch die Füsse hindurch.

In dem so geschaffenen Zwischenraum ist, vor Beschädigungen geschützt, eine Boussole *m* von eigenthümlicher Einrichtung untergebracht, um die Horizontalwinkel direct auf den magnetischen Meridian beziehen zu können. Ihre Nadel ruht auf einer feinen Stahlspitze, welche sich genau in der Verticalaxe des Instrumentes befindet. Die Enden der Nadel sind rechtwinklig nach oben gebogen und bewegen sich vor den verticalen, nur ganze Grade angebenden Theilstrichen des Boussolenkreises. Nach aussen ist die Boussole durch einen Glasmantel abgeschlossen, durch welchen hindurch man die Stellung der Nadel vor der Theilung abliest. Dieser Mantel ist in eine entsprechende Fassung am Boden des Gehäuses eingepasst und trägt mittels des Abschlussdeckels die in diesem um einen kurzen Zapfen drehbare Theilung. Die genau centrische Lage der Spitze gegen die letztere ist in folgender Weise erreicht. Nachdem das Gehäuse provisorisch zusammengesetzt ist, wird die gegenseitige Lage von Boden, Mantel und Deckel durch feine Marken bezeichnet, dann auf der Drehbank das Loch, in welches die Spitze eingeschraubt wird, in den Boden eingebohrt und gleichzeitig dasjenige für den Zapfen der Theilung im Deckel ausgedreht. Um dann die Theilung einbringen zu können, muss zwar der Deckel noch einmal abgenommen werden, er wird aber darauf nach der gezogenen Marke wieder in genau derselben Lage aufgesetzt, die er bei der Bearbeitung hatte. Die auf den Zapfen aufgeschraubte Verschlussplatte, welche denselben am Herausfallen hindert, besitzt einen seitlichen, über das Gehäuse etwas vorstehenden Arm *p*, mittels dessen also die Theilung zum Zwecke der Justirung gedreht werden kann.

Bei dem Theilstriche 0° ist ein feines Loch zum Visiren eingebohrt und bei 180° ein etwas grösseres mit einer vertical gerichteten Visirspitze. Hierdurch und durch die Möglichkeit, die ganze Boussolentheilung mit Hilfe des Handgriffes *p* gegen die Alhidade und den damit verschraubten Fernrohrträger verstellen zu können, ist man in den Stand gesetzt, zunächst die Nullrichtung der Boussole der Collimationslinie des Fernrohres parallel machen zu können, indem man mit letzterem einen Gegenstand anvisirt und dann die Boussolentheilung so lange dreht, bis derselbe Gegenstand auch in dem beschriebenen Diopter genau eingestellt erscheint. Nach Beendigung dieser Operation wird eine kleine, excentrisch in letzterer angebrachte Schraube, welche durch den Deckel des Gehäuses reicht und deren flach vierkantiger Kopf, in der Figur nicht sichtbar, sich in dem schmalen Zwischenraum zwischen dem Deckel und der Unterfläche des Fernrohrträgers befindet, mit Hilfe eines dazu passenden flachen Schlüssels fest angezogen. Dieselbe dient dazu, die Theilung der Boussole an dem Deckel zu

klemmen, so dass die einmal erhaltene Justirung durch zufällige Erschütterungen nicht wieder verloren gehen kann. Stellt man dann die Alhidade genau auf Null der Limbustheilung fest und dreht das ganze Instrument auf der Stativplatte so lange, bis die Magnetnadel auf 0° und 180° ihrer Theilung steht, so ist auch die Absehenslinie des Fernrohres genau im magnetischen Meridian und die Kreisablesung dabei genau Null. Ist dies erreicht, so stellt man durch kräftiges Anziehen der Schraube des Federstengels das Instrument auf der Stativplatte so fest, dass es ohne Anwendung grösserer Gewalt nicht mehr bewegt werden kann und beginnt darauf die Winkelmessungen. Dabei ist es nun nicht mehr nöthig, die Boussole abzulesen, vielmehr geben die Ablesungen der Nonien direct die Horizontalwinkel gegen den magnetischen Meridian, und es ist klar, dass jeder gemessene Winkel nur um den constanten Betrag fehlerhaft sein kann, der bei der ersten Einstellung des Instruments mittels der Boussole gemacht worden ist, während bei dem natürlich ebenfalls möglichen Gebrauch des Instruments als blossen Boussolen-Fernrohres, wo also jeder gemessene Winkel direct an der Boussolentheilung und nicht an der Kreistheilung abgelesen wird, nur eine viel geringere Genauigkeit zu erreichen wäre. — Man kann auch die Winkel direct auf den astronomischen Meridian beziehen und hat zu diesem Zwecke nur nöthig, vor Orientiren des Instruments nach der Boussole den Alhidadenkreis so einzustellen, dass an den Nonien der Betrag der magnetischen Declination (mit umgekehrten Vorzeichen) abgelesen wird.

Es ist uns der Wunsch ausgesprochen worden, die Einstellung der Boussolentheilung mit einer Feinstellvorrichtung und das ganze Instrument zum Repetiren eingerichtet zu sehen, um dadurch die Ungenauigkeit der Nulleinstellung in den Meridian noch weiter herabzudrücken. Dies liesse sich auf Verlangen wohl unschwer ausführen, doch möchten wir im Allgemeinen auch weiterhin auf diese Vervollkommnung verzichten, weil uns der dabei erreichbare Gewinn an Genauigkeit nicht im Verhältniss zu den unvermeidlichen Mehrkosten zu stehen scheint.

Die Nadel der Boussole lässt sich durch die Schraube *n* arretiren. In dem flach cylindrischen Hohlraume, welcher dadurch gewonnen wird, dass sowohl der Limbus- als auch der Alhidadenkreis innen hohl gegossen sind und zusammen gewissermaassen eine Kapsel bilden, ist an letzerem Kreis ein Hebel angebracht, auf dessen eines Ende die Schraube *n* wirkt, wodurch am anderen Ende ein Stiftchen gehoben wird, welches durch den Alhidadenkreis und durch den Boden des Boussolengehäuses hindurchtritt. Dieses Stiftchen hebt seinerseits wieder eine Blattfeder, welche mit einer Hülse die Stahlspitze, auf welcher die Nadel spielt, umfasst, damit unter das Achathütchen der letzteren greift und diese sanft gegen den unteren Rand des die Theilung tragenden Cylinders am Deckel der Boussole drückt. Dass die napf- oder schalenartige Form der beiden Kreise den letzteren bei sehr geringem Gewicht eine ausserordentliche Festigkeit verleiht, braucht wohl kaum besonders erwähnt zu werden.

Zur schnellen genäherten Horizontalstellung des Instruments ist innerhalb des Fernrohrträgers eine Dosenlibelle *q* auf einem ringförmigen Vorsprung mittels dreier Schrauben befestigt.

Das Fernrohr hat eine Focallänge von 13 cm und bei einer freien Oeffnung des Objectivs von 23 mm eine 12malige Vergrösserung, es ist mit einfachem Fadenkreuz versehen, kann aber auch mit Einrichtung zum Distanzmessen nach Porro geliefert werden und erhält dann eine Focallänge von 18 cm. Der Ocularauszug ist durch Zahnstange und Trieb zu verstellen. Ein Umlegen des Fernrohrs ist nicht möglich; nimmt man jedoch den Deckel vom Objectivende ab, so lässt es sich durch die Wände des Trägers durchschlagen. Will man also etwa bei einem neu eingezogenen Fadennetz sehen, wie weit der Verticalfaden von der Mitte absteht, d. h. den Collimationsfehler bestimmen, so stellt man einen Gegenstand auf den Verticalfaden ein, dreht sodann das

Instrument um 180 Grad herum und richtet das Fernrohr, nachdem es durchgeschlagen ist, wieder auf den Gegenstand, wobei allerdings jetzt das Niveau nach unten kommt, doch ist dies hierbei, weil man das Niveau nicht braucht, natürlich ohne Belang. Fällt der Gegenstand wieder mit dem Verticalfaden zusammen, so ist der Collimationsfehler gleich Null, andernfalls bekanntlich gleich dem halben Winkelunterschied zwischen dem Gegenstand und dem Faden.

Der mit der Axe des Fernrohres fest verbundene Verticalkreis, in Durchmesser und Eintheilung dem Horizontalkreis gleich, ist nicht vollständig, sondern reicht nur von 0 bis 50° nach beiden Seiten, was für die in der Praxis zu messenden Höhen ja völlig ausreicht. Entsprechend der von der Mitte nach zwei entgegengesetzten Richtungen fortschreitenden Bezifferung ist auch der Nonius doppelt, von Null in seiner Mitte aus, nach beiden Richtungen hin aufgetragen. Zur feineren Einstellung dienen eine in der Figur nicht gut sichtbare, weil hinter dem Niveau gelegene Centralklemme und die Mikrometerschraube *r*.

Das Niveau *s*, welches oben dem Fernrohre fest aufsitzt, durch eine an seinem einen Ende befindliche Schraube sich jedoch justiren lässt, hat den doppelten Zweck, einmal den Theodoliten auch als Nivellirinstrument benutzen zu können und zweitens, den Indexfehler des Höhenkreises zu bestimmen bezw. zu beseitigen. In seinem Deckel *t* ist ein Spiegel zur Ablesung vom Ocular aus eingelegt.

Die Justirung der Parallelität der Axe des Niveaus und der Collimationslinie kann natürlich wie bei einem Nivellirinstrument mit nicht umlegbarem Fernrohr und mit demselben fest verbundener Libelle nur durch doppelte Aufstellung des Instrumentes und Visur nach zwei in der Verbindungslinie der beiden Stationen aufgestellten Latten ausgeführt werden. Wäre der Höhenkreis vollständig, so könnte allerdings die Horizontallage der Collimationslinie in einfacherer Weise direct durch Durchschlagen des Fernrohres und Umwenden des Instrumentes um 180° ermittelt und hiernach das Niveau berichtigt werden. Da aber dann der obere Theil des Kreises das Niveau bei zugeklapptem Deckel beträchtlich überragen würde, so müsste auch die Höhe des Verpackungskastens um ebensoviel vergrössert werden. Derselbe Zweck lässt sich aber auch ohne diesen Uebelstand erreichen, wenn die jetzt senkrecht nach unten gerichtete Nulllinie horizontal gelegt und statt des einfachen Höhensectors zwei einander symmetrisch gegenüberliegende angewandt werden, wobei man sich entweder wieder mit einem, natürlich jetzt auch in horizontaler Richtung von der Umdrehungsaxe des Fernrohres angeordneten Doppelnonius begnügen, oder auch deren zwei gegenüberliegende zur gleichzeitigen Elimination etwaiger Excentricität anwenden kann. Diese Construction wird auf Wunsch von uns ausgeführt, ebenso eine andere mit vollem Halbkreis, von den gegenüberliegenden Endpunkten aus in entgegengesetzten Richtungen beziffert und mit zugehörigen zwei einfachen Nonien. Beide Einrichtungen erhöhen aber den Preis des Instrumentes um etwas und zwar um etwa gleich viel.

Für das sich eventuell nöthig machende festere Anziehen oder Lockern einer Schraube am Instrument sind die passenden Schraubenzieher beigegeben; desgleichen zum Ablesen der Winkel eine Handlupe, die jedoch, wie erwähnt, für ein normales Auge kaum erfordert wird, ein Ansatzrohr für das Objectivende des Fernrohrs, um das Licht etwas abblenden zu können und ein Loth mit Schnur. Das ganze Instrument ist bis auf die versilberten Theilungen schwarz, aber sauber lackirt und findet nebst allem erwähnten Zubehör in einem starken Mahagonikasten von nur 39 cm Höhe, 20 cm Breite und 15 cm Tiefe Platz. Sein Gewicht incl. Kasten beträgt etwa 5,2 kg.

Das zu dem Instrument gehörige Stativ, dessen Kopf in Fig. 2 in theilweisem Durchschnitt in $^3/_8$ der wirklichen Grösse dargestellt ist, zeichnet sich durch ausserordent-

liche Stabilität bei verhältnismässig geringem Durchmesser und durch eine Einrichtung aus, vermöge welcher das darauf geklemmte Instrument nicht allein, wie früher erwähnt, mit Leichtigkeit um seine Axe gedreht, sondern auch innerhalb gewisser Grenzen in beliebiger Richtung seitlich verschoben werden kann. Dasselbe wird deshalb von uns für feinere, namentlich tachymetrische Instrumente fast nur noch ausschliesslich angewandt.



Fig. 2.

Die Stabilität des Stativs beruht vor allem darauf, dass die Länge der Drehaxen *a* für die Stativbeine auf das grösstmögliche Maass gebracht ist. Es geschieht dies dadurch, dass die mit den Lappen *l*, an welche die Beine verschraubt sind, zusammengegossenen Axen *a* ein der Stativplatte eingeschriebenes gleichseitiges Dreieck bilden, wodurch die Länge derselben zu einem Maximum und somit auch die Sicherheit gegen Verdrehung beim Einstellen des Instruments eine möglichst grosse wird. Die an sich schon starke massive Stativplatte *p* ist durch mehrere Rippen noch vor Verbiegung geschützt. Je zwei in den Rippen der Platte gelagerte benachbarte Zapfen, z. B. *b* und *c*, (vergl. auch Fig. 1) werden durch einen Y-förmigen Lagerdeckel *d* gehalten, der durch eine kräftige Schraube *e* gegen die Platte *p* gezogen wird.

Von diesen Lagerdeckeln *d* wird gleichzeitig eine dreieckige Platte *f* lose gehalten, welche in der Mitte und in den Ecken mit kreisrunden Löchern versehen ist. Das mittlere dient dazu, um den Federstengel zur Befestigung des Instruments durchzulassen, die drei äusseren, um den zwischen Stativplatte und Lagerdeckel befindlichen Schraubenköpfen *g*, die das Herausfallen der Platte *f* verhindern, bei der Aufstellung des Instruments gehörigen Spielraum zu geben, so dass man also das letztere nicht nothwendig auf die Mitte der Stativplatte aufzusetzen braucht, der Federstengel vielmehr an jede Stelle der Oeffnung der Platte *p* gerückt werden kann. Jeder praktische Geometer und Ingenieur wird einsehen, mit welchen Vortheilen für eine rasche Aufstellung des Theodoliten auf ungünstigem Terrain diese Einrichtung verknüpft ist, durch welche man bei der Berichtigung seines Standortes nicht lediglich auf eine Verstellung der Stativbeine angewiesen ist. Die letzteren haben die Form eines dreiseitigen nach unten verjüngten Prismas und sind nur im oberen Theile innen etwas ausgeschnitten, um auch im zugeklappten Zustande noch Platz für den Federstengel zu lassen. Sie bilden dann ein volles Prisma, das also ebenfalls einen minimalen Raum einnimmt, was zur Bequemlichkeit beim Transport nicht unwesentlich beiträgt. Das Gewicht des Statives beträgt 3,5 kg. Die wesentlichen Neuerungen an Instrument und Stativ sind durch deutsches Reichspatent geschützt.

Referate.

Neue Anordnung der thermo-elektrischen Kette.

Von Clamond u. Carpentier. *Compt. Rend. 100. S. 985.*

Die Elemente bestehen aus Stäben einer Antimon-Zink-Legirung einer- und Eisen- oder Nickelstreifen andrerseits. Die Legirung ist durch einen besonderen, in der Beschreibung nicht angegebenen Kunstgriff beim Guss so hergestellt, dass die Elemente in derselben genau im Verhältnisse ihrer Aequivalente enthalten sind, welches Verhältniss nach den Untersuchungen von Becquerel das Maximum der thermo-elektrischen Kraft liefert. Die einzelnen Elemente befinden sich in dünnwandigen, cylindrischen zu einem Kranze angeordneten Hülsen von plastischem Thon mit radial stehenden Zacken, die sorgfältig so in Formen gepresst sind, dass nach dem Brennen die einzelnen Kränze

Instrument um 180 Grad herum und richtet das Fernrohr, nachdem
ist, wieder auf den Gegenstand, wobei allerdings jetzt das Niveau na
ist dies hierbei, weil man das Niveau nicht braucht, natürlich o
Gegenstand wieder mit dem Verticalfaden zusammen, so ist der C
Null, andernfalls bekanntlich gleich dem halben Winkelunterschie
stand und dem Faden.

Der mit der Axe des Fernrohres fest verbundene Verti
und Eintheilung dem Horizontalkreis gleich, ist nicht vollständi
0 bis 50° nach beiden Seiten, was für die in der Praxis zu
ausreicht. Entsprechend der von der Mitte nach zwei entgege
schreitenden Bezifferung ist auch der Nonius doppelt, von Nu
beiden Richtungen hin aufgetragen. Zur feineren Einstellun
nicht gut sichtbare, weil hinter dem Niveau gelegene C
meterschraube *r*.

Das Niveau *s*, welches oben dem Fernrohre fest
einen Ende befindliche Schraube sich jedoch justiren läs
einmal den Theodoliten auch als Nivellirinstrument bem
den Indexfehler des Höhenkreises zu bestimmen bezw. zu
ist ein Spiegel zur Ablesung vom Ocular aus eingelegt.

Die Justirung der Parallelität der Axe des Niv
natürlich wie bei einem Nivellirinstrument mit nicht
selben fest verbundener Libelle nur durch doppelte
Visur nach zwei in der Verbindungslinie der beiden
führt werden. Wäre der Höhenkreis vollständig, so
der Collimationslinie in einfacherer Weise direct
und Umwenden des Instrumentes um 180° ermitt
werden. Da aber dann der obere Theil des Kreis
beträchtlich überragen würde, so müsste auch
ebensoviel vergrössert werden. Derselbe Zweck
stand erreichen, wenn die jetzt senkrecht nach
legt und statt des einfachen Höhensectors zw
angewandt werden, wobei man sich entweder
horizontaler Richtung von der Umdrehungs
nonius begnügen, oder auch deren zwei geg
etwaiger Excentricität anwenden kann. D
ausgeführt, ebenso eine andere mit vollem
punkten aus in entgegengesetzten Richtung
Nonien. Beide Einrichtungen erhöhen al
zwar um etwa gleich viel.

Für das sich eventuell nöthig
Schraube am Instrument sind die passe
Ablesen der Winkel eine Handlupe,
kaum erfordert wird, ein Ansatzrohr
etwas abblenden zu können und ein
die versilberten Theilungen schwarz.
Zubehör in einem starken Mahagoni
Tiefe Platz. Sein Gewicht incl. K
Das zu dem Instrument
Durchschnitt in $^3/_8$ der wirkliche

hat.
gt ge-
Nickel-
Legirung
mente ent-
tet werden
Kränzen mit
ementen; die
von 3,2 Ohm,
beide Formen
L.

ches im Wesentlichen
besteht. Der ziemlich
zum Einführen des Ther-
cht er durch zwei über-
einem verticalen Rohre in
ler trägt, während an dem
dienender Kolben angesetzt
durch einen Hahn abgesperrt
einer im Raum zwischen den
constante Temperatur im cylin-
Paraffin, einer leicht flüssigen
Hahn und Verwendung einer
Petroleum, kann man eine all-
n, indem die leichtflüchtigsten Be-
mehr in das Siedegefäss, sondern in
punkt des rückständigen Gemisches
auf einer bestimmten Höhe constant
mpfiehlt den Apparat unter anderem
Meinung, dass die Undurchsichtigkeit
sei, wohl nicht viele Anhänger finden.
mischen das gleichmässige Ansteigen
Erhitzung einer Flüssigkeit unterhalb
Wgsch.

...ung der Lichtbrechung.

... Annalen 1885. 7. S. 539.

... Lichtwellen.

... *BC* auf die Trennungsfläche *AC* zweier
... Richtung *CH* weiter, wobei die Längen
... bestimmten Verhältniss der beiden

Fortpflanzungsgeschwindigkeiten stehen. Ist dann $BA \perp BC$ die Schwingungsrichtung einer Lichtwelle in der Ebene der Zeichnung vor der Brechung, so wird dieselbe nach der Brechung in die Lage $CD \perp CH$ gebracht.

Beide Schwingungsrichtungen gehen durch einen Punkt E, welcher, wenn man $AD \parallel CH$ zieht, die Spitze der beiden ähnlichen Dreiecke AED und CEB bildet. Es ist also

$$EC : EA = BC : AD = n : 1.$$

Bezieht man nun den mit der Grösse des Einfallwinkels veränderlichen Ort des Punktes E durch rechtwinklige Coordinaten $x = AG$ und $y = GE$ auf den festen Anfangspunkt A, so ist

$$\overline{EA}^2 = x^2 + y^2$$

Fig. 1.

und ebenso, wenn man die als unveränderlich angenommene Entfernung $AC = a$ setzt

$$\overline{EC}^2 = (x + a)^2 + y^2.$$

Demnach liefert die obige Proportion zwischen den Coordinaten x und y die Beziehung

$$(x + a)^2 + y^2 = n^2 x^2 + n^2 y^2$$

oder

$$\left(x - \frac{a}{n^2 - 1}\right)^2 + y^2 = \left(\frac{na}{n^2 - 1}\right)^2,$$

d. h. der Ort des Punktes E ist ein Kreis, welcher mit dem Radius $\frac{na}{n^2 - 1}$ um einen in der Entfernung $\frac{a}{n^2 - 1} = b$ von A gelegenen Punkt F beschrieben ist.

Auf diesem Satze beruht die Einrichtung eines vom Verf. angegebenen Modelles, welches für die Erläuterung des Brechungsgesetzes der Lichtwellen von demselben Nutzen sein soll, wie das auf der Reusch'schen Construction beruhende Modell von Weinhold[1]) für die Lichtstrahlen. Auf einem Brette ist ein versilberter Messingstreifen AFC befestigt, welcher die Grenze zweier Medien bezeichnet, und zwar denke man sich über demselben Luft, unter ihm Glas. In den drei Punkten A, F, C drehbar sind drei Messingschienen BAE, FE und CE angebracht, von welchen die erste und die letzte die einfallende und gebrochene Welle vorstellen; sie sind deshalb breiter als FE und in ihren oberen Flächen zur leichteren Unterscheidung von den übrigen gelb lackirten Messingtheilen schwarz gebeizt. Die Entfernung b von A bis F beträgt 300 und, da $n = 1{,}5$ gesetzt ist, die von A bis C 375 Millimeter; die Schiene FE trägt in dem 450 mm von F entfernten Punkte E zwei Schieber, durch welche die beiden anderen Schienen hindurchgesteckt sind. Dadurch werden die letzteren gezwungen, sich bei einer Drehung des Punktes E um F so zu bewegen, wie es das Gesetz der Brechung der Wellen verlangt. Die Richtung der zugehörigen Strahlen wird durch Pfeile angedeutet, von welchen drei auf der Schiene AB, drei auf CE angebracht sind. Diese Pfeile sind um ihre Mitte drehbar, damit das Modell auch zur Erläuterung des Ueberganges der Wellen aus einem stärker brechenden in ein weniger stark brechendes Medium und besonders zur Erklärung der totalen Reflexion benutzt werden könne.

Derselbe Zweck lässt sich indess auch leicht am Weinhold'schen Modell erreichen. Bei diesem sind die in obiger Figur punktirten Linien BC und CH, welche die Richtung des Lichtstrahls vor und nach der Brechung darstellen, als starre Stangen ausgeführt und durch einen sehr einfachen Mechanismus so miteinander verbunden, dass bei einer Drehung von BC um den Punkt C die Stange CH sich dem Brechungsgesetz entsprechend

[1]) Weinhold, Physikalische Demonstrationen. Leipzig 1881. S. 298.

bewegt, wobei natürlich die beweglichen Stangen BAE, FE und CE der obigen Einrichtung in Wegfall kommen. Bringt man demnach an die Stangen BC und CH dieses Modelles ein paar Pfeile in den Richtungen BA bezw. CD an, so stellen diese die Schwingungsrichtungen der zugehörigen Wellen dar. Diese Vervollständigung des Weinhold'schen Apparates würde dabei noch den Vortheil bieten, auch den Vorgang bei der ebenen Polarisation anschaulich machen zu können. Hierzu wäre nur nothwendig, auf der Stange CB noch ein paar Pfeile senkrecht zur Ebene der Zeichnung und ferner im Punkte C eine die Richtung des reflectirten Strahles angebende Stange anzubringen, die ebenfalls durch einfache Hebelverbindung so an BC angeschlossen werden kann, dass sie bei willkürlicher Drehung von BC sich dem Reflexionsgesetze entsprechend mitbewegt. Auch auf dieser Stange wären dann ein paar Pfeile senkrecht zur Ebene der Zeichnung zu befestigen.

2. Brechung in Linsen.

Die von einem leuchtenden Punkte A (Fig. 2) auf der Axe AB einer Linse herkommenden Lichtstrahlen vereinigen sich hinter der Linse in einem Punkte B, dessen Lage durch die Formel

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}$$

bestimmt wird, worin F die Brennweite der Linse, also eine Constante, f und f' bezw. die Entfernungen der Punkte A und B vom optischen Mittelpunkte C (unter Vernachlässigung der Dicke) bedeuten. Wird der Punkt D auf CD, der Senkrechten zur Axe, in beliebiger aber fester Entfernung d angenommen, so sind AD und DB die Richtungen eines solchen Lichtstrahles vor und nach der Brechung. Es seien nun E und G die Schnittpunkte von AD und DB mit einer in der beliebigen, aber gleichfalls constanten Entfernung a von CD parallel mit dieser gezogenen Geraden, so ist in Folge der Aehnlichkeit der Dreiecke:

$$\frac{c}{a} = \frac{d}{f} \text{ und } \frac{b}{a} = \frac{d}{f'},$$

folglich

$$c + b = ad\left(\frac{1}{f} + \frac{1}{f'}\right) = \frac{ad}{F},$$

also ebenfalls constant.

Hierauf beruht die Construction des durch Fig. 2 dargestellten Modelles, zu dessen Verständniss nur noch wenig hinzuzufügen ist. Die Schnittpunkte E und G sind durch Stifte dargestellt, welche in constanter Entfernung von einander in einem Schieber befestigt sind, welcher in der zu CD parallelen Coulisse K auf und ab gleiten kann. Die die Lichtstrahlen darstellenden Stangen DA und DB sind um D drehbar und an den Stellen E und G geschlitzt, um an den Stiften Führung zu erhalten. Veränderungen der Entfernung d können durch Verschiebung des Drehstiftes D in der Linie CD vorgenommen werden und es lässt sich auch die Entfernung a der Coulisse K von der Linse beliebig ändern. In entsprechender Modification ist die Vorrichtung auch für Demonstrationen an Concavlinsen zu verwenden.

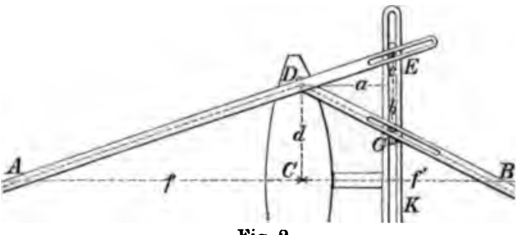


Fig. 2.

Das Modell giebt zwar eine etwas bessere Vorstellung von dem Vorgange der Brechung in der Linse als das ein wenig rohe von Haycraft angegebene, worüber wir S. 97 dieses Jahrganges berichtet haben, dennoch möchten wir diesem letzteren den Vorzug

geben und zwar aus verschiedenen Gründen. Einmal ist dasselbe viel einfacher, (wenn auch in der Handhabung nicht gerade bequemer), denn es ist zu berücksichtigen, dass die Meyer'sche Vorrichtung an demselben Linsenmodell viermal wiederholt werden muss, wenn nicht nur der Gang eines Lichtstrahles, sondern auch die Entstehung der Bilder wie bei dem anderen gezeigt werden soll. Sodann wirken die verschiedenen Constructionstheile entschieden verwirrend auf den Zuhörer, auch dann, wenn sie durch Schwarzlackiren weniger in die Augen fallend gemacht werden. Ferner ist die Anwendbarkeit durch die Länge der Constructionsglieder beschränkt, ein Uebelstand, von dem das Haycraft'sche Modell ganz frei ist und dessen Bedeutung nicht zu unterschätzen ist. Es würde z. B. in der Figur 2, wenn nicht die Coulisse K beträchtlich länger gemacht würde, als sie gezeichnet ist, gar nicht möglich sein, die aus dem Brennpunkt vor der Linse kommenden Strahlen, die nach der Brechung der Axe parallel werden, zu demonstriren. Zwar kann hier durch entsprechende Verkürzung von a etwas nachgeholfen werden, dadurch aber wird das Functioniren des Apparates auch entsprechend unsicherer. Schliesslich aber giebt die Meyer'sche Construction eben auch kein strenges Bild von dem Vorgange, weil die bei einem derartigen Modell im Verhältniss zur Brennweite doch sehr beträchtlich zu nehmende Dicke der Linse vernachlässigt wird. Dies wirkt namentlich dann störend, wenn, wie in Fig. 2 angedeutet, der grösseren Allgemeinheit wegen eine etwas ungleichschenklige Linse gewählt wird. Verf. umgeht zwar diesen Punkt dadurch, dass er abweichend von der Figur die Contour der Linse ganz weglässt und letztere nur durch eine verticale auf einem Stativ befestigte Stange darstellt, wodurch er aber natürlich sehr an Anschaulichkeit verliert.

Die Berücksichtigung der Linsendicke hätte sich übrigens ohne bedeutendere Complication des Modells in folgender Weise leicht ausführen lassen. Macht man in Fig. 2 $a = F$, so wird $GE = a + b = d$, die Verbindungslinie von G mit C also parallel DA. Man hat dann nur noch zu beachten, dass die Formel $\frac{1}{f} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}$ dann streng richtig ist, wenn man unter f und f' die Entfernungen zwischen dem Object- bezw. Bildpunkte und dem zugehörigen Gauss'schen Hauptpunkte versteht. Wendet man daher wie in Fig. 3 statt des einen Drehpunktes D in der Senkrechten zur Axe CD deren zwei D und D' in den Lothen aus den beiden Gauss'schen Hauptpunkten H und H', beide in gleicher Entfernung d von der Axe an, zwingt ferner eine um den zweiten Hauptpunkt H' drehbare Stange $H'G$ beständig parallel mit AD zu bleiben, indem man beide Stangen durch einen Lenker MN so verbindet, dass die vier Punkte D, H', M, N die Ecken eines Parallelogramms bilden und lässt schliesslich das geschlitzte Ende G der Stange $H'G$ den Stift G in der verticalen Coulisse K in der Entfernung F von H' verschieben, so giebt, wie eine einfache Ueberlegung zeigt, die Stange $D'B$ die Richtung des gebrochenen Strahles mit Rücksicht auf die Dicke der Linse an. Diese Construction würde noch den Vortheil haben, dass die Coulisse K beträchtlich kürzer werden dürfte. Soll, wie bei dem obigen Modell eine Veränderlichkeit von D ermöglicht sein, so ist nur darauf zu achten, dass beide Punkte D und D' gleichzeitig der Axe genähert oder davon entfernt werden und dabei die Länge des Lenkers MN entsprechend geändert werden muss.

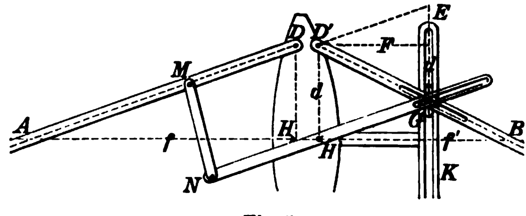


Fig. 3.

Aber selbst diese verbesserte Einrichtung ist nicht frei von Einwänden. Die zu Grunde liegende Formel ist bei der sphärischen Linse ja nur unter der Voraussetzung richtig, dass die Strahlen in unmittelbarer Nähe der Axe die Linse treffen. Demnach giebt auch diese Construction nur die Brechungsverhältnisse an der idealen von sphä-

rischer Aberration freien Linse, deren Form sich zwar berechnen, bekanntlich aber praktisch nicht herstellen lässt, an. Wollte man ein Modell herstellen, welches auch von diesem Vorwurfe frei ist, so würde sich dies natürlich ebenfalls ermöglichen lassen, doch würde man zu einem wohl sehr complicirten Mechanismus kommen, dessen viele Nebentheile den Zweck eines Demonstrationsapparates, schnelle und möglichst unmittelbare Uebersichtlichkeit des zu erklärenden Vorganges, völlig vereiteln würden. Da somit eine streng richtige Lösung des Problems doch so gut wie ausgeschlossen ist, so dürfte unserer Ansicht nach der praktische Werth der verschiedenen möglichen Näherungen doch hauptsächlich in der Einfachheit und klaren Anschaulichkeit, weniger aber in dem Grade der Annäherung an die Wirklichkeit zu suchen sein. *Ln.*

Ueber eine neue Fallmaschine.

Von Dr. P. Mönnich. *Repert. d. Phys. 21. S. 31.*

Der nachstehend beschriebene Apparat ist zunächst nur für Vorlesungsversuche bestimmt und soll, ohne Berücksichtigung des absoluten Werthes von g und ohne genaue Zeitbestimmung, das Fallgesetz nur ganz allgemein demonstriren; in einer etwas modificirten Anordnung einzelner Theile und mit gleichzeitiger Benutzung eines gut justirten Chronographen kann der Apparat aber auch zur Bestimmung der Fallconstante, der Grösse g dienen. — Das Princip der neuen Fallmaschine ist folgendes: Ein an einem vertical ausgespannten Führungsdrahte leicht und mit unmerklich geringer Reibung niedergleitendes Gewicht markirt die in gleichen auf einander folgenden Zeitabschnitten zurückgelegten Fallräume direct auf einem zur Bewegungsrichtung parallelen weissen Papierstreifen elektrolytisch durch kleine dunkle Flecke, welche dem ganzen Auditorium sichtbar sind.

Dieses Princip ist in der für den Vorlesungsversuch bestimmten Form des Apparates in folgender Weise constructiv verwerthet worden: Auf einer mittels Fussschrauben justirbaren Grundplatte erhebt sich eine verticale viereckige Holzsäule H (Figur 1); parallel zu einer Fläche derselben ist mit Hilfe der Schraube n der Führungsdraht M gespannt. Dieser Draht dient dem birnförmigen Fallkörper B, welcher einen in eine Schneide auslaufenden Rand trägt, zur Führung. Die Dimensionen sind so gewählt, dass der gleitende Fallkörper mit der Peripherie seines zugeschärften Randes von dem Metallstreifen N, welcher in die dem Draht M zugewandte Fläche der Holzsäule eingelassen ist, durchweg 2 mm entfernt bleibt. Ueber den Metallstreifen N wird ein etwas breiterer weisser Papierstreifen geklebt und dieser dann mit gekochtem Jodkaliumkleister bestrichen. Während nun das Gewicht niederfällt, springen auf eine weiter unten zu beschreibende Weise von dem Rande desselben in gleichen kleinen Zeitabschnitten (etwa $1/8$ bis $1/10$ Secunden) elektrische Funken auf den Papierstreifen über, welche eine elektrolytische Zerlegung des Jodkaliums bewirken und eine Färbung des Kleisters an den betreffenden Punkten hervorrufen; hierdurch werden die Fallräume für das ganze Auditorium sichtbar markirt.

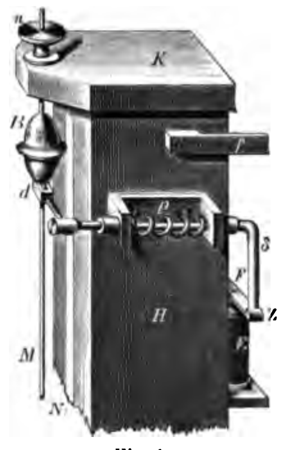


Fig. 1.

Zunächst muss nun auf die Art der Auslösung des Fallkörpers näher eingegangen worden. Eine horizontale Axe ruht in den Lagern des Stückes p; um dieselbe ist der Doppelhebel $d\ \delta$ drehbar. In der Anfangsstellung wird das Gewicht B durch den Hebelarm d unterstützt, während der andere Arm δ durch den Sperrhaken Z festgehalten.

wird; letzterer ist an der Messingfeder F angebracht, welche auch einen eisernen Anker trägt. Zieht nun der Elektromagnet E diesen Anker an, so wird der Sperrhaken zurückgezogen, der Hebelarm schnellt in Folge der Wirkung der um die Axe gewundenen Spiralfeder nach unten fort, das Gewicht findet keine Stütze mehr und beginnt zu fallen. Um den Stoss des Gewichts beim Aufhalten zu mildern, sind unten auf den Führungsdraht einige Filzscheiben geschoben. Der Doppelhebel dreht sich so weit, bis der Arm δ gegen die Messingfeder f anschlägt und durch dieselbe gehemmt wird.

Die elektrischen Funken werden dem Fallkörper durch einen Funkeninductor mitgetheilt. Die primäre Spirale des letzteren sowie der Elektromagnet E werden in den constanten Strom einer Kette von vier kräftigen Bunsenelementen geschaltet. Von den beiden Polen der secundären Spiralen wird der eine durch eine auf dem Grundbrett befestigte Klemmschraube mit dem Führungsdraht M, der andere durch eine zweite an der Säule H angebrachte Schraube mit dem Metallstreifen N verbunden. Zur Schliessung des Stromes wird ein Quecksilbernäpfchen benutzt, welches an irgend einer Stelle des Stromkreises angebracht ist und mit dem einen Poldraht der primären Spirale dauernd in Verbindung steht, während der andere erst beim Anstellen des Versuches durch schnelles Einsenken mit dem Metall in leitende Verbindung gebracht wird. Es kommt nun bei bem Fallen des Gewichts darauf an, dass der Strom in möglichst genau gleichen Zeiträumen unterbrochen wird, weil sonst die durch die elektrischen Funken markirten Fallräume beträchtliche Fehler aufweisen würden; es handelt sich also um einen durchaus zuverlässigen Stromunterbrecher. Zu diesem Zwecke benutzt Verf. eine rotirende Messingscheibe M, Fig. 2, von 10 cm Durchmesser und 1 cm Dicke.

Dieselbe ist auf einer stählernen, in Stahlspitzen laufenden Axe befestigt. Um die Axe ist ein isolirender Elfenbeinring gelegt, welcher an einer Stelle seiner Peripherie einen mit der Axe in leitender Verbindung stehenden Platinstreifen P trägt. Auf den Ring drückt mit einem Platinansatz die an dem Winkel W befestigte und von diesem durch eine isolirende Zwischenlage getrennte Messingfeder F. Das Ganze kann durch die Schraube S an einer Tischkante befestigt werden. Bei jedesmaliger Umdrehung kommt der Platinstift der Axe mit dem Platinansatz der Messingfeder F auf kurze Zeit in leitende Berührung. Wird nun die rotirende Vorrichtung in den constanten Strom eingeschaltet, so erfolgt bei jeder Umdrehung die Bildung eines Inductionsfunkens. Für kurze Zeiträume, etwa eine halbe Secunde, kann die Umdrehung der Scheibe, welche durch mehrmaliges Anschlagen mit der flachen Hand gegen die Peripherie in schnelle Umdrehung (etwa acht bis zehn pro Secunde) versetzt wird, ohne grossen Fehler als gleichförmig und somit das Ueberschlagen der Funken als in gleichen Zeitabschnitten stattfindend angesehen werden.



Fig. 2.

Der Versuch geht nun in folgender Weise vor sich: Der Apparat befindet sich in der beschriebenen Anfangsstellung; dann versetzt man die Scheibe des Unterbrechers in rotirende Bewegung und taucht das freie Polende der Bunsen-Kette in das Quecksilber ein. Bei der jetzt eintretenden ersten Berührung der Messingfeder mit dem Platinstifte an der Axe des Unterbrechers wird der Strom geschlossen, der Elektromagnet E (Fig. 1) zieht den Sperrhaken Z nach unten und löst den Fallkörper aus. In demselben Augenblick tritt aber auch wieder eine Unterbrechung des Stromes ein und die secundäre Spirale des Inductors liefert einen elektrischen Funken, welcher von dem Rande des Gewichtes auf den Papierstreifen überspringt und den Nullpunkt der Fallscale markirt. Während nun das Gewicht niederfällt, bezeichnen weitere Funkenspuren die in gleichen Zeiten durchfallenen Räume. Dividirt man die einzelnen Fallräume einer

so erhaltenen Fallscale durch die Quadrate der Zeiten, — wobei der Zeitabschnitt, welchen das Gewicht zum Durchmessen des ersten Raumes gebrauchte, als Zeiteinheit angesehen wird, — so erhält man die Grösse g. Bei Versuchen, welche Verf. mit dem Apparat angestellt hat, differirte der kleinste so erhaltene Werth g vom grössten um etwa $^4/_{1000}$, was für Vorlesungsversuche ausreichend sein dürfte.

Um den absoluten Werth der Fallconstanten genau zu bestimmen, bedarf es der Anwendung eines Chronographen. Verf. benutzt das v. Beetz'sche Vibrations-Chronoskop; bei demselben schreibt eine in Schwingung versetzte Stimmgabel von bekannter Schwingungszahl auf einer berussten Metallfläche eine Sinuscurve auf. Anfang und Ende der Curve werden durch elektrische Funken markirt, welche man von der Schreibspitze der Stimmgabel auf die berusste Metallfläche überspringen lässt. Der Apparat gestattet Zeitbestimmungen bis zur Maximaldauer von zwei Secunden mit einer Genauigkeit von 0,0005 Secunden. Das Chronoskop kann zugleich mit in den Stromkreis der secundären Spirale des Funkeninductors eingeschaltet werden, so dass dieselben Ströme, welche auf dem Papierstreifen die Funken erzeugen, auch auf dem Chronoskop kleine Zeichen markiren, durch welche die Fallzeiten abgelesen werden können. Aus verschiedenen Gründen hat Verf. aber diese Methode nicht angewendet, sondern ein von Edelmann angegebenes Princip benutzt. Bei Beginn und Ende der Bewegung des Fallkörpers wird der constante Strom unterbrochen; dadurch entstehen zwei Inductionsfunken, welche auf der Sinuscurve des Chronoskops direct die Fallzeit registriren. Bei Beginn der Bewegung bewirkt die Auslösungsvorrichtung selbst die Unterbrechung; zu diesem Zwecke ist der Hebelarm δ mit dem einen, der Sperrhaken Z mit dem anderen Pol der Leitung verbunden, so dass Auslösung des Fallkörpers und Stromunterbrechung in demselben Momente vor sich gehen. Die Unterbrechung bei Beendigung der Bewegung geschieht auf folgende Weise: Ein mit einer Spiralfeder verbundener Messingdraht d (Fig. 3), ist in einer Entfernung von 1 mm rechtwinklig zum Führungsdraht M ausgespannt. Das eine Ende wird mittels der Schraube s in dem Metallstück b festgehalten, während das andere in loser Berührung mit b_1 steht; b und b_1, stehen mittels der Drähte K und K_1 mit der Leitung eines constanten Stromes in Verbindung; das Ganze wird durch den verschieb- und festklemmbaren Schlitten R getragen. Sobald nun der Fallkörper B, welcher für genauere Messung zur Verringerung des Luftwiderstandes eine längliche, unten zugespitzte Form hat, am Ende seiner Bewegung den Draht d berührt, wird derselbe nach unten gedrückt, von b_1 entfernt und der Strom dadurch unterbrochen; das isolirende Sperrstück i schiebt sich zwischen d und b_1 und verhindert weiteren Stromschluss.

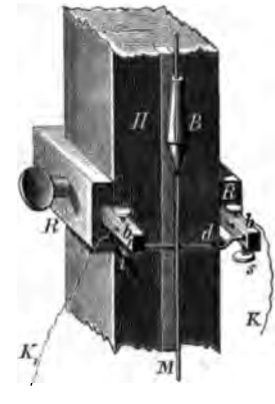


Fig. 3.

Der Apparat wird von Mechaniker H. Westien in Rostock geliefert.

Neuer Apparat zur volumetrischen Elektrolyse.

Von M. Rosenfeld. *Chem. Ber. 18. S. 867.*

Die Elektrolyse der Salzsäure und des Wassers als Vorlesungsversuch lässt sich in folgendem Apparat sehr rasch ausführen. Ein 32 bis 45 cm hoher Glascylinder ist unten zu einem Tubus verengt; dieser ist durch einen Kautschukstopfen verschlossen, durch dessen Bohrungen die beiden Elektroden und ein mit Hahn versehenes Abflussrohr gehen. Im Cylinder befinden sich über den Elektroden aneinanderstossend die beiden Gassammelröhren; ihre oberen ausgezogenen Enden sind in einem Korkpfropfen

befestigt, welcher die obere Oeffnung des Cylinders verschliesst, und mit Kautschukschlauch und Quetschhahn versehen. Der Kork wird ausserdem von zwei Röhren durchsetzt, deren eine bis in die untere Hälfte des Cylinders reicht und zum Einleiten von Wasserdampf dient, während die andere unmittelbar unter dem Kork mündet. Diese Einrichtung ermöglicht es, die Elektrolyse bei höherer Temperatur vorzunehmen. Die zu zersetzende Flüssigkeit wird in den Cylinder gegossen, die Gassammelröhren damit durch Aufsaugen gefüllt und der Ueberschuss durch das Abflussrohr soweit abgelassen, dass die Flüssigkeit im Cylinder eben nur die Mündungen der Gassammelröhren abschliesst.

Wgsch.

Analytische Operationen und Apparate. II.

Von Dr. R. Wollny. *Zeitschr. f. analytische Chemie.* ***24.*** *S. 202.*

1. Apparat zur Werthbestimmung des Petroleums mittels fractionirter Destillation. Die zu destillirende Flüssigkeit wird auf einer constanten Temperatur erhalten. Das Destillat hat in diesem Falle während der ganzen Dauer der Destillation dieselbe Zusammensetzung; seine Beschaffenheit und Menge ist bei Anwendung derselben Heiztemperatur von der Zusammensetzung der destillirten Flüssigkeit abhängig und dient daher zur Beurtheilung ihrer Qualität. Den Hauptteil des Apparates bildet eine verticale cylindrische, im Innern mit einem spiralig gewundenen Streifen von Drahtgewebe bekleidete Röhre, welche oben mit einem Tropftrichter, unten mit einer Vorlage verbunden und von einem Mantel umgeben ist, welcher von den Dämpfen einer Heizflüssigkeit durchströmt wird. In der Nähe des oberen Endes mündet seitlich das mit einem Kühler verbundene Ableitungsrohr für die Dämpfe. Die zu prüfende Flüssigkeit fliesst aus dem Tropftrichter tropfenweise durch die cylindrische Röhre; von dort gelangt der verdampfende Theil in den Kühler, der nicht verflüchtigte in die mit der Röhre verbundene Vorlage.

2. Vaporimeter. Dasselbe ist zunächst für die Petroleumprüfung bestimmt, aber auch für andere Dampfspannungsmessungen geeignet. Von den zwei horizontal liegenden Schenkeln eines gläsernen *T*-Rohres ist der eine durch einen mit Hahn absperrbaren Kautschukschlauch mit einem beweglichen Quecksilberbehälter verbunden; an den andern ist mittels Glasschliffes ein vertical nach aufwärts gerichtetes, mit Scale versehenes, oben offenes Glasrohr angesetzt. Der dritte Schenkel des *T*-Rohres steht vertical nach aufwärts. Seine Verlängerung bildet ein mittels Glasschliffs aufgesetztes Rohr, welches sich zu einem cylindrischen Gefäss erweitert. Dieses trägt endlich mittels eines kurzen, durch ein Stöpselventil verschliessbaren Rohres ein zweites cylindrisches Gefäss mit Eingussöffnung. Das untere cylindrische Gefäss ist von einem doppelten Heizmantel umgeben und kann daher durch Dämpfe von constanter Temperatur erhitzt werden. Nachdem der ganze Apparat bis über das Stöpselventil mit Quecksilber gefüllt und in das obere cylindrische Gefäss die zu prüfende Flüssigkeit eingegossen ist, wird durch Senken des Quecksilberreservoirs bei geöffnetem Stöpselventil das untere cylindrische Gefäss zur Hälfte mit der Flüssigkeit gefüllt, dann das Stöpselventil geschlossen und durch Aufgiessen von Quecksilber der luftdichte Verschluss gesichert. Nunmehr wird das Quecksilberreservoir durch Schliessen des Hahnes ausgeschaltet, der Flüssigkeitsbehälter erhitzt und schliesslich die Differenz der Quecksilberstände abgelesen.

3. Exsiccator. Verfasser versieht den Dosenexsiccator mit zwei seitlichen Tubulaturen. Die eine ist durch ein Rohr mit Hahn absperrbar. Durch die andere tritt ein Rohr ein, welches in einer am Boden liegenden mit Glasperlen gefüllten Spirale endet. Der Querschnitt der letzteren ist zu drei Vierteln durch die Schwefelsäure des Exsiccators abgesperrt.

4. Heizbare Vacuumexsiccatoren. Der eine besteht aus einer evacuirbaren Glasglocke, in deren Innerem sich eine von heissen Dämpfen durchflossene Heizschlange befindet. Der andere ist eine Art Trockenkasten, in welchem drei evacuirbare, zur Aufnahme der in Schiffchen befindlichen Substanz bestimmte Röhren erhitzt werden.

5. Thermoregulator. In dem auf constante Temperatur zu erwärmenden Raum befindet sich ein mit Luft oder Quecksilber gefülltes Gefäss. Dieses ist durch ein Rohr mit dem untern Ende des ausserhalb des geheizten Raumes stehenden Regulirapparates verbunden. Letzterer besteht aus einem mit Quecksilber gefüllten Cylinder, in den ein mit Scale versehenes geschlossenes Rohr mehr oder weniger tief eingesenkt werden kann. Seitlich mündet in den Cylinder ein verticales Rohr, welches der Länge nach durch eine Scheidewand in zwei Theile getheilt ist. In die beiden Hälften dieses Rohres münden die Leitungen für das ein- und ausströmende Gas. Die Scheidewand hat unten einen Schlitz, der durch das Quecksilber um so vollständiger abgesperrt wird, je mehr durch Einsenken des Regulirungsrohres oder durch Ausdehnung des Inhaltes des im geheizten Raume befindlichen Gefässes das Quecksilber aus dem Cylinder in das mit der Scheidewand versehene Rohr emporgetrieben wird.

Eine im obern Theile der Scheidewand befindliche Oeffnung verhindert das völlige Erlöschen der Flamme.

6. Zum Trocknen von Gasen verwendet Verfasser ein horizontal liegendes, mit Schwefelsäure zur Hälfte gefülltes gläsernes Spiralrohr.

7. Ausserdem werden noch ein weiterer Extractionsapparat (vergl. diese Zeitschr. 1885 S. 248), Schwefelwasserstoff- und Chlorwasserstoff-Gasentwicklungsapparate, endlich eine constant temperirte Wasserleitung beschrieben, in welcher ein kalter und ein heisser Wasserstrom gemischt werden und die Menge des zufliessenden heissen Wassers in ähnlicher Weise wie der Gasstrom bei den Thermoregulatoren derart regulirt wird, dass das ausfliessende Gemisch eine constante Temperatur besitzt. Bezüglich dieser Apparate sei auf das Original verwiesen. *Wgsch.*

Ueber ein Element mit zwei Flüssigkeiten.

Von A. Dupré. *Compt. Rend.* **100**. *S. 987.*

Bei Untersuchungen über die Flaschenelemente machte Verf. zufällig die Bemerkung, dass durch das Kaliumbichromat die sich aus der Salpetersäure entwickelnden untersalpetersauren und salpetrigsauren Dämpfe vollkommen absorbirt werden. Ein directer Versuch, bei dem sieben Stunden lang ein Strom von Untersalpetersäure durch 200 ccm einer Lösung von Chrom in Salpetersäure ging, bestätigte jene Beobachtung. Hiermit war die Möglichkeit erwiesen, bei dem Gebrauch der Bunsen'schen Elemente die so störenden Dämpfe zu beseitigen. Nach mannigfachen Versuchen in dieser Richtung, die jedoch noch nicht abgeschlossen sind, kam Verf. vorläufig zu folgender Modification des Bunsen'schen Elementes: Als depolarisirende Flüssigkeit benutzt er Salpetersäure, in der pro Liter 75 g Kaliumbichromat gelöst sind, während das Zink sich in angesäuertem Wasser oder in einer Glaubersalzlösung befindet. Ein Bunsenelement mit 8,6 cm innerem Durchmesser, bei 12,5 cm Höhe des Zinkes, welches 650 ccm Salzlösung (im Verhältniss von 30 zu 100) und 250 ccm Depolarisirungsflüssigkeit enthielt, arbeitete über 15 Stunden mit einer elektromotorischen Kraft von 2 Volt ohne merklichen Verlust. Wegen des hohen Preises der Salpetersäure ersetzte Verf. dieselbe durch eine Lösung von 510 g pulverisirtem Salpeter in 600 cc Wasser, der er nach und nach 400 cc gewöhnliche Schwefelsäure und 60 g pulverisirtes Kaliumbichromat zusetzte. Mit dieser Flüssigkeit arbeitete das oben beschriebene Element 15 Stunden mit einer elektromotorischen Kraft von 1,5 bis 1,7 Volt. Verf. ist da-

mit beschäftigt, dem Elemente eine solche Form zu geben, dass die Flüssigkeiten sich während des Ruhezustandes nicht mit einander mischen, so dass man dann ein constantes Element erhalten würde, welches wie die Flaschenelemente jeden Augenblick zum Gebrauche bereit ist. *L.*

Neu erschienene Bücher.

J. Bohnenberger. Die Berechnung der trigonometrischen Vermessungen mit Rücksicht auf die sphäroidische Gestalt der Erde. Deutsch von E. Hammer. Stuttgart, Metzler. M. 1,80.

H. Lagarde. Recherches photométriques sur le spectre de l'hydrogène. 136 S. m. Taf. Paris, Gauthier-Villars.

F. Monoyer. Théorie générale des systèmes dioptriques centrés. 28 S. Ebendas.

A. Righi. Influenza del calore e del magnetismo sulla resistenza elettrica del bismuto. Separatabdr. aus den Atti dei Lincei in Rom. Mit 3 Tafeln. Turin, Löscher. 5 fr.

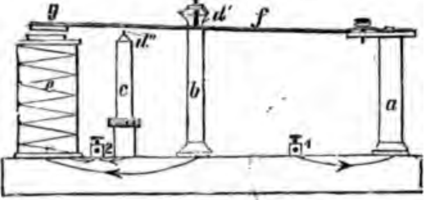
A. v. Waltenhofen. Die internationalen absoluten Maasse, insbes. die elektrischen. M. 2.

G. Baumann. Berechnungen über das Gewindeschneiden, nach allen vorkommenden Maassen und Drehbankconstructionen. 4. Aufl. Leipzig, Klötzsch. M. 1,80.

Patentschau.

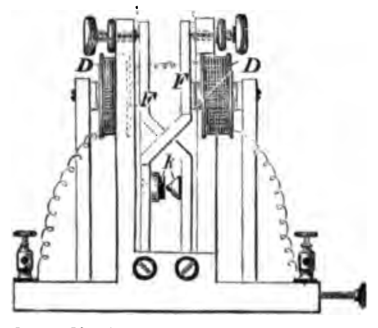
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an Selbstunterbrechern. Von J. C. Pürthner in Wien. No. 30734 vom 17. Aug. 1884.



Die Neuerung besteht im Wesentlichen darin, dass ein zweiter Contact angebracht ist, so dass der Strom bei einer Oscillation des Contacthebels oder der Contactfeder zweimal unterbrochen und geschlossen wird. Der Strom tritt bei Klemme 1 ein, geht durch Ständer *a*, Feder *f*, Contact *d'* und und Ständer *b* nach dem Elektromagneten *e*. Dieser zieht seinen Anker *g* an und unterbricht also den Strom bei *d'*, schliesst ihn aber wieder bei *d''*. Da derselbe nun von *d''* durch Ständer *c* direct nach Klemme 2 und nicht mehr durch den Elektromagneten *e* geht, so federt nunmehr die Feder *f* wieder zurück und unterbricht zunächst den Strom zum zweiten Male bei *d''* und schliesst ihn dann zum zweiten Male bei *d'*.

Apparat zur Verstärkung elektrischer Undulationen. Von Ch. E. Allen in Adams, County of Berkshire, Massach. V. St. A. No. 31056 vom 26. März 1884.



Um bei Telephoneinrichtungen die Benutzung eines kräftigen Stromes in der Linienleitung zu ermöglichen und um starke Undulationen dieses Stromes zu erzielen, ist ein mikrophonischer Apparat angeordnet, welcher im Wesentlichen aus den sich kreuzenden Armen *F* und den Elektromagneten *D* besteht, von denen die ersteren die in eine besondere Leitung eingeschalteten Contacte *k* tragen, während die Elektromagnete in eine zweite Leitung eingeschaltet sind und derart auf jene Hebel *F* einwirken, dass die in den Elektromagneten

hervorgerufenen elektrischen Schwankungen sich in verstärktem Maasse auf die die Contacte *k* enthaltende Leitung übertragen.

Neuerungen an Schiffscompassen. Von W. Thomson in Glasgow. No. 31423 vom 1. Juli 1884.

Ein Reflexionsprisma *a* befindet sich in einem Rahmen *b*, welcher in den Lagern *c* ruht. Die Welle *d*, an welcher der Rahmen *b* sitzt, wird durch Federn *e* in die Lager gedrückt. Es lässt sich also das Prisma um eine horizontale Axe drehen, so dass man Peilungen nehmen kann, indem man entweder das Object im Prisma reflectirt und direct durch die bei *f* (Fig. 1) punktirt angegebene Linse auf die Grade der Windrose sieht, oder indem man die Grade der Windrose im Prisma *a* reflectirt und über das Prisma auf das Object sieht, um dessen Peilung es sich handelt. Die Linse *f* ist zur Erleichterung der Adjustirung des Instruments excentrisch zur Röhre *g* angeordnet. Um Linsen von verschiedener Brennweite anwenden zu können, ist die Röhre *g* mit mehreren Oeffnungen *h* versehen (Fig. 3). Jede Linse ist in einen Ring *i* gefasst, welcher durch eine Klemmmutter *j* in der Röhre *g* befestigt wird. Die obere Oeffnung dient zur Aufnahme einer Linse, welche für die Beobachtung in beträchtlicher Höhe befindlicher Objecte geeignet ist; die untere Oeffnung *h* nimmt eine Linse für Objecte am Horizont auf.

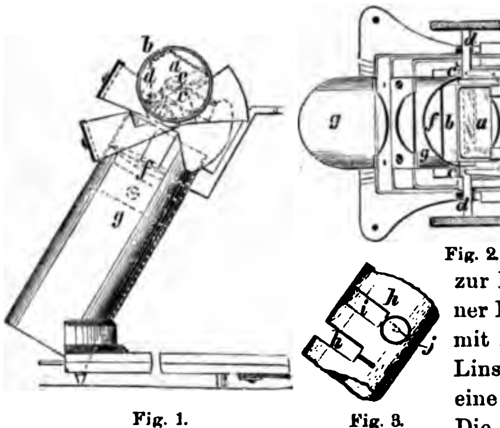


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Die Windrose trägt die Zahlen in verkehrter Schrift, damit dieselben bei Benutzung des Azimuthspiegels richtig gesehen werden. Die Patentschrift beschreibt auch noch Einrichtungen zur Ausgleichung der semicircularen Deviation.

Motor mit Handdruckantrieb. Von A. Schmid in Zürich. No. 31504 vom 12. Novbr. 1884.

Durch Niederdrücken des Ansatzes *d* am Hebel *b* wird durch das Zahnsegment *f* das Triebrad *g* der Scheibe *i* umgetrieben. Durch die mit der Scheibe *i* verbundenen Stangen *m m'* werden die Bremsbacken *k k'* gegen den inneren Rand des Rades *n* gedrückt, wodurch dieses mitgenommen wird und durch das Trieb *p* das Werkzeug, einen kleinen Bohrer, umtreibt. Die Feder *e* drückt den Hebel *b* in seine Anfangslage zurück.

Anordnung der Widerstandsspulen bei Galvanometern. Von W. Thomson in Glasgow. No. 31756 vom 13. November 1883.

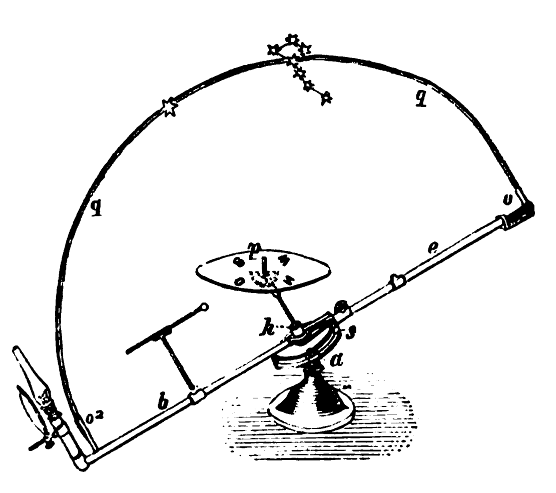
Um ein zum Messen von Potentialdifferenzen zu benutzendes Galvanometer zur Messung innerhalb weiter Grenzen — etwa von 1 bis 2000 Volts — brauchbar zu machen, werden Gruppen je einer gleichen Anzahl von Widerstandsspulen, deren Enden mit Contactknöpfen verbunden sind, in der Weise angeordnet, dass bei der ersten Gruppe der Widerstand einer Spule eine gewisse Anzahl Einheiten, bei der zweiten Gruppe ein Vielfaches dieser Anzahl, bei der dritten wieder ein Vielfaches der Anzahl der Einheiten jeder Spule der zweiten Gruppe u. s. w. beträgt. An dem Kasten des Apparates sind bewegliche Contactarme angebracht, von denen je einer dazu bestimmt ist, die Widerstandsspulen einer bestimmten Gruppe, zum Zwecke der leichten Einschaltung von verschiedenen Widerständen aus- oder einzuschalten.

Apparat für den Anschauungsunterricht in der Stereometrie. Von C. Hänig in Dessau. No. 31418 vom 26. September 1884.

Es werden ebenflächig begrenzte stereometrische Gebilde und die aus diesen Gebilden

infolge Drehung einer Grundfläche entstehenden Drehkörper ohne Zuhilfenahme einer materiellen Axe durch dehnbare Fäden veranschaulicht, welche durch Häkchen mit drehbaren und auswechselbaren Pappscheiben verbunden sind. Die Pappscheiben sind in einem Gestelle gelagert und die durch die Fäden dargestellten Kanten des jeweiligen stereometrischen Gebildes lassen bei Drehung der Pappscheibe um ihre Axe die mit dem Gebilde vorgehenden Aenderungen für jede Grösse der Drehung erkennen.

Tellurium. Von E. Letoschek in Wien. No 31097 vom 16. April 1884.



Bei diesem Tellurium rotirt ein hohler, die Schnurleitungen *s* für Erd- und Mondbewegung in sich aufnehmender Globustragarm *e* um eine Axe, welche um eine innerhalb der dargestellten Himmelskugel liegende Axe *a* drehbar und feststellbar ist. Der Globusarm ist derart ausgebildet, dass ein Lampentragarm *b* sich anstecken lässt, so dass, nachdem Erde und Mond abgenommen, über beide Arme mittels der Hülsen *o* ein mit verschiebbaren Sternbildern versehenes, den Himmelsbogen darstellendes elastisches Band *q* gespannt werden kann. Die Lampe kann nach Entfernung der Horizontscheibe *p* in die Hülse *h* eingesteckt werden.

Federmotor. Von D. Genteur in Paris. No. 31635 vom 28. Sept. 1884.

Die Federn erhalten einen gewellten Querschnitt oder werden durch Auflegung eines schmalen Kupferstreifens vor der gewöhnlichen reibenden Berührung mit einander beim Aufwinden geschützt. (P.-B. No. 25. 1885.)

Einrichtung an Drehbänken zur Vereinfachung des Gewindeschneidens. Von H. Wohlenberg in Hannover. No. 31322 vom 23. Aug. 1884.

Mittels eines Klobens wird beim Oeffnen bezw. Schliessen des Mutterschlosses der Leitspindel gleichzeitig der Stichel aus dem zu schneidenden Gewindegange mit herausgezogen oder in letzteren wieder eingerückt. (No. 27. 1885.)

Anordnung des Ankers bei Elektromagneten mit einem Kerne. Von Chr. Spohr in Frankfurt a. M. No 31788 vom 12. Aug. 1884.

An den vom Anker abgewendeten Pol des Magneten wird in bekannter Weise ein Winkelstück aus weichem Eisen befestigt, auf welchem der Anker mit seinem einen Ende beständig aufliegt, wodurch in letzterem doppelte Polarität inducirt werden soll. (No. 28. 85.)

Verfahren zur Befestigung von Schneiden und Pfannen bei Waagen. Von J. Rademacher in Berlin. No. 31929 vom 14. Nov. 1884.

Vorrichtung an den unter No. 14882 patentirten paraboloidischen Hörapparaten zur Verhinderung der störenden Resonanz. Von A. Rettig in Saarbrücken. No. 32062 vom 7. Sept. 1884. (III. Zusatz-Patent zu No. 14882 vom 9. März 1880 und No. 20488 vom 5. Mai 1882.)

Auf der äusseren Fläche des paraboloidischen Körpers oder um dessen Leitungsröhre sind Dämpfer angebracht, um den Körper künstlich in kleinere schwingende Theile zu zerlegen. (No. 29. 1885.)

Neuerungen an elektrischen Uhrenregulatoren. Von W. Matthies in Osterode a. H. No. 32010 vom 23. Sept 1884.

Der Regulator ist ein solcher, welcher die Zeiger mittels eines zu einer bestimmten Zeit durch den elektrischen Strom ausgelösten Räderwerkes richtig stellt, und dessen elektro-

magnetische Theile in der Zwischenzeit zu anderen Zwecken benutzt werden können. Das ausgelöste Räderwerk bewirkt zugleich mittels einer einmal im Kreise bewegten schleifenden Contactfeder nach einander den Stromschluss in mehreren getrennten Leitungen d. h. die Entsendung des Zeitzeichens in diese. (No. 29. 1885.)

Für die Werkstatt.

Leichtflüssige Metalllegirungen. Wieck's Deutsche illustrirte Gewerbezeitung. 1885. S. 161.

Für den Praktiker dürfte es von Werth sein, eine Zusammenstellung von Metalllegirungen zu erhalten, die sich durch einen auffallend niederen Schmelzpunkt auszeichnen. — Zur Herstellung leicht schmelzbarer Legirungen dienen die Metalle Blei, Kadmium, Wismuth, Zink und Zinn, deren Schmelzpunkte die folgenden sind:

Blei: 325°; Kadmium: 315°; Wismuth: 267°; Zink: 420°; Zinn: 228°;

immer Grade des hunderttheiligen Thermometers verstanden. In folgenden Zusammenstellungen sind die Gewichtsmengen in Grammen angegeben und dabei die Verhältnisse so gewählt, dass die Mischung immer 1 kg ausmacht.

Legirungen aus zwei Metallen:

Blei	875	840	778	637	467	369	305 g
Zinn	125	160	222	363	533	631	695 „
Schmelzpunkt:	292	283	270	235	197	181	187°

Sämmtliche Legirungen können in fettem Oel oder besser noch in Stearinsäure, deren Siedepunkt zwischen 360 bis 380° variirt, geschmolzen werden.

Legirungen aus drei Metallen:

Blei	397	434	Blei	250	312	Blei	269 g
Kadmium	71	67	Wismuth	500	500	Zink	42 „
Wismuth	532	499	Zinn	250	188	Zinn	689 „
Schmelzpunkt:	89,5	95		95	95		168°

Die ersten vier Legirungen schmelzen also schon in siedendem Wasser. Die zuletzt angeführte Legirung dürfte von besonders praktischem Werth sein. Der Schmelzpunkt von 168° ist ein verhältnissmässig niederer und der Hauptvortheil dieser Legirung liegt darin, dass Kadmium und Wismuth in Wegfall kommen.

Legirungen aus vier Metallen:

Blei	249	251	260	243	344	267	250 g
Kadmium	108	102	70	131	62	100	125 „
Wismuth	501	504	522	488	500	500	500 „
Zinn	142	143	148	138	94	133	125 „
Schmelzpunkt:	65,5	67,5	68,5	68,5	76,5	63	68°

Sämmtliche Legirungen schmelzen unter dem Siedepunkte des Wassers; im festen Zustande sind sie hart und spröde. Bemerkenswerth ist der hohe Wismuthgehalt von durchschnittlich 50 %, der allerdings die Herstellung nicht unerheblich vertheuert.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass es nicht genügt, bei der Herstellung die angegebenen Mengenverhältnisse angenähert beizubehalten. Eine geringe Abweichung kann das Resultat in Bezug auf Schmelzbarkeit und Leichtflüssigkeit merklich beeinträchtigen, da die angeführten Legirungen chemische Verbindungen sind, also ein Ueberschuss von einem Bestandtheile zur Folge hat, dass dieser Körper der Legirung in freiem Zustande beigemengt ist, wodurch die Gleichmässigkeit der Masse verloren geht. Bei der Darstellung achte man darauf, jeden Ueberschuss von Wärme zu vermeiden. Man schmelze deshalb den Bestandtheil mit dem höchsten Schmelzpunkte zuerst und setze nach einander in der Reihenfolge der Schmelzpunkte die übrigen Körper zu, wobei die Hitze zweckmässig stets vermindert wird. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Leman und Dr. A. Westphal in Berlin.

V. Jahrgang. **September 1885.** Neuntes Heft.

Apparat zur Prüfung von Aneroiden.

Von
Mechaniker **R. Fuess** in Berlin.

Bei der Prüfung von Aneroidbarometern genügt es nicht, die Angaben derselben mit denjenigen eines guten Quecksilberbarometers an einzelnen Punkten zu vergleichen, es ist vielmehr für die Beurtheilung der Güte des Instrumentes von besonderem Werth, das ganze Verhalten desselben bei den verschiedenartigsten Variationen des Luftdruckes zu beobachten, um daraus beispielsweise Schlüsse auf den Verlauf der elastischen Nachwirkungen, auf den Trägheitsgrad des Mechanismus u. dergl. ziehen zu können. Man muss daher mit dem Luftdruck nach Belieben operiren, ihn bald rasch, bald langsam ansteigen oder abnehmen lassen, von niederen Beträgen desselben sogleich zu sehr hohen übergehen können und umgekehrt. Hierfür ist die gewöhnliche Kolben- oder Quecksilberluftpumpe wenig geeignet; einmal ist das Arbeiten mit derselben etwas unbequem, vor Allem aber ist es ohne besondere Hilfseinrichtungen schon schwierig, einen bestimmt vorgeschriebenen Druck herzustellen, noch mehr aber die für den vorliegenden besonderen Zweck erforderlichen Bewegungen desselben herbeizuführen. Hierzu kommt noch, dass die nicht geringen Anschaffungskosten einer derartigen Pumpe hauptsächlich dadurch bedingt werden, dass die eigentliche Bestimmung derselben auf die Erzielung eines möglichst vollkommenen Vacuums gerichtet ist. An einem solchen ist aber hier wenig oder eigentlich Nichts gelegen, da man die Aneroide doch immer nur innerhalb derjenigen Grenzen prüfen wird, welche für die praktische Anwendung bei Höhenmessungen von Bedeutung sind, — bis zu welcher auch in der Regel überhaupt nur die Scale der Instrumente reicht, — und durch eine Beanspruchung darüber hinaus der Mechanismus gefährdet werden würde.

Aus diesen Erwägungen heraus habe ich auf Bestellung der topographischen Abtheilung des Preussischen Generalstabes den in umstehender Figur dargestellten besonderen Apparat für diesen Zweck construirt. Derselbe hat sich sowohl hinsichtlich der Bequemlichkeit seiner Handhabung, als auch des Umfanges seiner Wirksamkeit praktisch wohl bewährt, kann zu verhältnissmässig sehr geringem Preise (150 M. excl. Barometer) hergestellt werden und dürfte in Folge dessen wohl eine nähere Beschreibung rechtfertigen. Er beruht auf dem Princip der Barometerluftpumpe, enthält aber, da es sich bei der überwiegenden Mehrzahl der Aneroide nur um Verdünnungen von etwa 100 mm Quecksilbersäule handelt, statt des theuren Quecksilbers nur Wasser.

In der Gusseisenschale *S*, welche mit einer luftdicht aufgeschliffenen Glasscheibe zugedeckt ist, befindet sich das Aneroid *A*, welches mit dem Quecksilberbarometer *B* verglichen werden soll. Die Schale bietet für drei grössere Aneroide zugleich Platz. Aus der Wand der Schale, in der Figur auf der hinteren Seite, ragt ein Rohr, welches sich in zwei Schenkel theilt. Der eine derselben communicirt durch den Kautschukschlauch *C* mit dem kürzeren Schenkel des Barometers *B*, so dass dieses letztere stets

unter demselben Luftdruck steht wie das Aneroid. Der zweite Schenkel trägt den Hahn D und setzt sich fort in die Röhre E, welche durch den hermetisch verschlossenen Blechkasten F hindurch in das oben geschlossene Ansatzrohr G führt und dort offen endet. Das Gefäss F endlich communicirt durch den Gummischlauch H mit dem Gefäss K, welches in einer Schiene längs des verticalen Brettes L auf und abgeschoben werden kann. Ein an seinem Ende mit einem Gewicht M beschwerter Hebel presst beim Freilassen des Gewichtes M mittels eines auf seiner Axe sitzenden Excenters das Gleitstück, woran K befestigt ist, so fest an die Führung, dass dasselbe an jeder Stelle stehen bleibt.



Bei der Benutzung des Apparates wird zunächst das Gefäss K von der Höhe, welche es in der Figur einnimmt, bis auf den Boden herabgelassen und durch den an ihm angebrachten Trichter mit Wasser gefüllt. Die Hähne J und D sind unterdess offen und die Schale noch nicht mit der Glasplatte zugedeckt. Hierauf schiebt man das Gefäss soweit nach oben, bis es mit F in etwa gleicher Höhe steht, und schliesst dann die Schale mit dem Glasdeckel. Das Wasser tritt dabei zur Hälfte aus K in den Schlauch H und in das Gefäss F über. In der Schale, wie im ganzen Apparat herrscht jetzt noch derselbe Luftdruck wie aussen. Führt man nun das Gefäss K in der Schiene wieder herab, so wird das Wasser in F sinken und die Luft darüber, so wie die mit ihr durch das Rohr E communicirende Luft in der Schale S verdünnen, und zwar wird so viel Wasser aus F nach K fliessen, dass der im Gefäss K wirkende äussere Luftdruck das Gleichgewicht hält dem Druck der verdünnten Luft in der Schale, vermehrt um den Druck der Wassersäule, welche die Niveaudifferenz des Wassers in F und K zur Höhe hat. Bringt man das Gefäss K bis ganz auf den Erdboden, so erreicht diese Niveaudifferenz etwa die Grösse von 1,4 Meter. Eine Wassersäule von dieser Höhe entspricht ungefähr $^1/_7$ Atmosphärendruck. Die Luft im Apparat würde folglich bis auf eine Spannung von $^6/_7$ Atmosphären verdünnt werden können.

Um die Aneroide auf Ueberdruck zu prüfen, schiebt man das Gefäss K ganz in die Höhe, wie es in der Figur dargestellt ist. Das Wasser beginnt dabei auch die beim Verschluss der Schale mit dem Deckel freie obere Hälfte des Gefässes F zu erfüllen und comprimirt die Luft in F und S in dem Grade, dass sie Gleichgewicht hält dem äusseren Atmosphärendruck, vermehrt um den Druck der Wassersäule von der Höhe der Niveaudifferenz des Wassers in F und K. Um diese Differenz vergrössern zu können, ohne dass dabei die Führung L in unbequemer Weise verlängert zu werden braucht, ist die Einrichtung getroffen, dass F von dem Consol, worauf es in der Figur steht und auf welchem es durch einen vorgeschobenen Riegel aus Draht vor zufälligem Herabwerfen geschützt ist, auf das tiefere N gesetzt werden kann. Ist dies geschehen, so tritt das Wasser aus K fast ganz nach F über; da aber F dasselbe oder wenigstens kein kleineres Volumen hat als K, so ist nicht zu befürchten, dass das Wasser durch das Aufsatzrohr G bis in den Schlauch E und in die Schale S zu den Aneroiden gelangen kann. Die Differenz zwischen den Niveaus in K und F beträgt dann etwa $^2/_3$ m Wassersäule, deren Druck $^1/_{15}$ Atmosphäre entsprechen; dies ist also der Ueberdruck, welchen die Aneroide in S auszuhalten haben. Damit die comprimirte Luft nicht den Glasdeckel von der Schale ab-

heben und dann entweichen kann, wird letzterer mittels dreier Klammern mit dem Rande von S verschraubt.

Der Hahn J, durch welchen das Wasser beim Uebertritt aus einem der Gefässe in das andere passiren muss, besitzt zwei Durchbohrungen. Die eine derselben ist durch ein Glasrohr von capillarem lichten Durchmesser so verengt, dass das Wasser nur äusserst langsam hindurch strömen kann. Man ist dadurch im Stande, den Luftdruck, wie es in der Natur meist vorkommt, nur ganz allmälig sich ändern zu lassen, schnelle Variationen hingegen in jedem beliebigen Grade durch Benutzung der weiteren Bohrung herbeiführen zu können. Durch den Hahn D endlich kann die Luft in der Schale S von der im Gefäss F abgesperrt, ihre Spannung also beliebig lange constant erhalten werden.

Vielleicht ist es nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, dass das Verhältniss zwischen dem Inhalt der Schale und demjenigen des Gefässes F nicht ganz willkürlich gewählt werden darf. Die bei vollständiger Füllung des letzteren Gefässes mit Wasser in S, dem Schlauch E und der oberen Hälfte von F enthaltene Menge Luft vom Volumen $s + {}^1/_2 f$, (wo f das Volumen des Gefässes F bedeutet,) erfüllt, nachdem das Wasser in F um ein gewisses Stück h gesunken ist, auch noch den hierbei in F weiter frei werdenden Raum von der Grösse $q\,h$, wo q der Querschnitt von F ist. Ihre Spannung verhält sich also dann zur ursprünglichen wie $s + {}^1/_2 f$ zu $s + {}^1/_2 f + q\,h$. Soll der durch dieses Verhältniss ausgedrückte Bruch den obigen, durch die disponible Höhe der Wassersäule von 1,4 m gegebenen Werth ${}^6/_7$ annehmen, so muss natürlich, je grösser der Inhalt der Schale, also der constante Werth $s + {}^1/_2 f$ ist, auch der veränderliche Werth $q\,h$ desto grösser werden. Es wird also bei derselben Querschnittsgrösse q das Wasser in F bei Anwendung einer grösseren Schale tiefer sinken als bei einer kleineren. Dadurch wird wieder die Höhe der Wassersäule um etwas verringert und demzufolge auch die Verdünnung nicht mehr ganz den Werth ${}^1/_7$ erreichen. Solange nun die Schale nicht so gross genommen wird, dass der Werth $q\,h$ den Inhalt ${}^1/_2 f$ der unteren Hälfte des Gefässes F überschreiten müsste, wird die erwähnte Verringerung der Wassersäule nur einige Centimeter betragen und somit im Vergleich zur ganzen Höhe der Wassersäule gering bleiben. Im anderen Falle aber tritt der Wasserspiegel aus F ganz aus und in den Schlauch E über, und wird nun, da der Querschnitt q des Gefässes F jetzt durch den im Verhältniss zu q sehr geringen Querschnitt des Schlauches ersetzt wird, in E sehr viel stärker sinken als vorher in F, wodurch daher eine beträchtliche Verkürzung der Wassersäule entstehen würde. Soll dies vermieden werden, so darf der Inhalt der Schale nicht grösser werden, als aus der Gleichung $\frac{s + {}^1/_2 f}{s + f} = \frac{6}{7}$ hervorgeht, d. h. s darf nicht grösser werden als $2{,}5\,f$. Ganz analog verhält es sich bei der Compression. Da aber der Betrag der letzteren bedeutend geringer ist als derjenige der Verdünnung, so folgt ohne Weiteres, dass hier die obere Grenze für den Inhalt der Schale ausserhalb der vorher berechneten fallen würde, und man also durch Beibehaltung der ersteren keinen Fehler begeht.

Nebenher zeigt diese kurze Betrachtung noch, dass man einen kleinen, allerdings nur nach wenigen Centimetern Wassersäule zählenden Gewinn sowohl bei der Verdünnung als bei der Compression erzielen kann, wenn man den Inhalt der Schale, vielleicht durch Ausfüllen der leeren Räume neben den Aneroiden mit Gewichtstücken oder ähnlichen massiven Körpern verringert.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass der Apparat sich auch recht wohl dazu eignen dürfte, Chronometer unter verschiedenem Luftdruck auf ihren Gang zu prüfen.

Apparate zur Bestimmung der Rollbewegungen eines Schiffes.

Von
Prof. **E. Gelcich** in Lussinpiccolo.

Die genaue Kenntniss des Verhaltens eines Schiffes bei bewegter See ist für den Schiffsbautechniker von ungemeiner Wichtigkeit, insbesondere jetzt, wo die Fortschritte der maritimen Zerstörungsmittel auch an den Schiffbauer die höchsten Anforderungen stellen, wo jeden Augenblick neue Bedingungen in Bezug auf Fahrgeschwindigkeit, Stabilität, Deplacement u. s. w. gestellt werden. Da der Schiffbauer seine Arbeit am Lande verrichtet und in den seltensten Fällen dazu kommt, seine Leistungen auch unter den mannigfaltigsten Zuständen von Wind und Wetter selbst zu prüfen, so muss ihm der Seemann durch Beobachten und Anmerken beistehen, er muss sich bemühen, alle jene Daten mit Sorgfalt und auf das Gewissenhafteste zu sammeln, welche dem Theoretiker die erforderlichen Anhaltspunkte bieten.

Der Gedanke, Apparate auf den Schiffen aufzustellen, welche eine zweckentsprechende Beobachtung der Rollbewegungen gestatten, ist im Allgemeinen nicht neu; die Frage gewann jedoch eine erhöhte Bedeutung erst mit der Erfindung der Panzerschiffe, deren Stabilitätsverhältnisse sich sehr verschiedenartig gestalteten und nach einer vorgekommenen Katastrophe auch viel zu denken gaben. Man begnügte sich früher mit der Aufstellung eines Pendels an einem geeigneten Orte, dem ein eingetheilter Halbkreis zugegeben war und welches gelegentlich beobachtet wurde. Da hierbei das Ablesen der Gradzahl oft schwer ausfiel, so führte man die Bezeichnung bestimmter Bögen durch verschiedene Farben ein und begnügte sich so mit der rohesten Schätzung. Im Jahre 1859 dachte Prof. Piazzi-Smith daran, das bekannte Gyroskop Foucault's als Klinometer zu verwenden, womit er denn auch Versuche anstellte, die günstig ausfielen. Die beistehende Figur 1 lässt die Einrichtung des Apparates ohne Weiteres erkennen. Es handelt sich um eine Scheibe, welche durch rasches Abziehen einer auf ihrer Axe aufgewickelten Schnur in rasche Rotation versetzt wird, so dass sie also bei der Drehung immer in derselben Ebene verbleibt. Die Scheibe ist durch Axen derart cardanisch montirt, dass sie auch auf einem Schiffe unbekümmert um die Bewegungen des letzteren die Rotationsebene unverändert beibehält. Durch Anbringung geeigneter graduirter Bögen und Zeiger kann dann jede Roll- und Stampfbewegung leicht abgelesen werden.

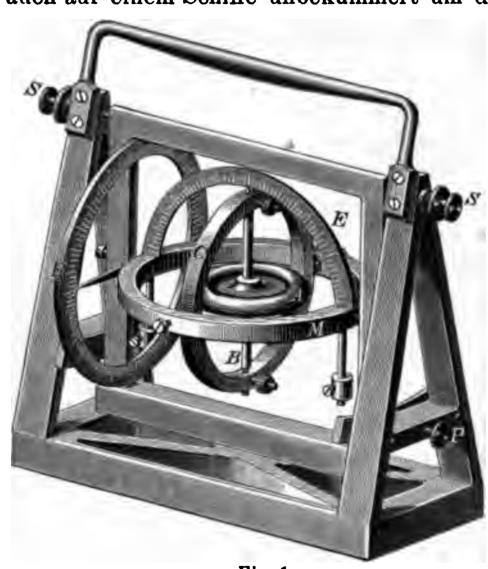


Fig. 1.

A in Fig. 1 ist die rotirende Scheibe, die Axe derselben B ist in dem Cardanring C gelagert; dieser hängt wieder um eine Axe drehbar in dem Ring M. Rollt das Schiff, so zeigt der Index des Ringes C auf dem Bogen E den Betrag der Neigung. Bei Stampfbewegungen geschieht die Ablesung an dem Kreis F. Für das richtige Functioniren des Apparates ist eine sorgfältige Ausbalancirung eine Hauptbedingung, es sind deshalb die erforderlichen Justirgewichte vorgesehen. Der Apparat besitzt aber den Nachtheil, dass es schwer fällt, auf Schiffen die wirkliche Richtung der Rotationsaxe genau zu kennen. Man wird, wenn man z. B. die Scheibe A horizontal haben will, die Horizontalität nur nahe-

zu erreichen oder nur ungenau beurtheilen können. Dadurch gewinnt man nur für den Betrag der extremen Neigungen genaue Werthe, ohne sie auf den Horizont beziehen zu können. Liest man z. B. 5° auf der einen, 7° auf der anderen Seite ab, so wird man wissen, dass das Schiff 12° im Ganzen rollte, nicht aber, dass die 5° wirklich auf der einen, die 7° auf der anderen Seite der Horizontalen gelegen haben.

Um diesen Uebelstand wenigstens in einer Richtung zu beseitigen, ist das ganze cardanische Ringsystem in einem Rahmen befestigt, welcher um die durch die Schrauben *S S* gebildete Axe schwingt und sich vermöge des noch durch eine Verstärkung der unteren Rahmenseite vergrösserten Gewichtes von selbst vertical stellt. Bei starken Stampfbewegungen würde jedoch der ganze Rahmen in Pendelschwingungen gerathen und dadurch störend auf die Ablesungen einwirken. Um dies zu vermeiden, kann er mit Hilfe der beiden Schrauben *P* in derjenigen Stellung arretirt werden, die er bei ruhiger See einnimmt. Natürlich darf dann nach der Arretirung der ganze Apparat nicht von der Stelle gerückt werden.

Ein weiterer Nachtheil dieses Instrumentes besteht in der kurzen Dauer der Rotationszeit und in der Nothwendigkeit, dasselbe jedesmal wieder in Bewegung setzen zu müssen.

J. A. Normand, Sohn des berühmten Schiffsbau-Ingenieurs in Havre, hatte einen sehr sinnreichen Einfall. Er bediente sich einer Hohlkugel, welche zum Theil transparent war und in deren Centrum er ein Pendel anbrachte (Fig. 2). Die Kugel war mit einer Flüssigkeit angefüllt, das Pendel derart construirt, dass es jeder von der Flüssigkeit unabhängigen Bewegung grossen Widerstand leistete. Die nähere Einrichtung wird mit Hilfe der Figur leicht verstanden werden. *B* ist eine metallene Kugel, in deren oberem Theile eine Glasplatte *b* eingefügt ist und welche ganz mit Petroleum angefüllt ist. Damit die Flüssigkeit sich mit der Temperatur ausdehnen oder zusammenziehen könne, ohne einen leeren Raum zu hinterlassen oder andererseits die Kugel zu gefährden, communicirt letztere mit dem Sicherheitsraum *D*. Das Pendel besteht aus einer zur Vermehrung des Widerstandes gewellten Aluminiumscheibe *A*, welche mittels einer Nadel auf einer genau im Centrum der Kugel befindlichen Pfanne spielt und einen verticalen Zeiger *a*, Indicator genannt, trägt. Ueber dem oberen Theil der Kugel ist mit drei Stellschrauben justirbar ein metallener Ring, in welchen eine der Kugel concentrische Glascalotte eingesetzt ist, welche auf ihrer unteren Seite mit einem quadratischen Gradnetz versehen ist. Die ganze Kugel hängt mittels der beiden Zapfen *c* in dem Cardanringe *E*; ein an ihrem unteren Theile angebrachtes, in der Figur verdecktes Gewicht balancirt einerseits das Uebergewicht der Kammer *D* aus und erhält andererseits die Kugel stets in einer solchen Lage, dass die Glasscheibe *b* oben ist. Beim Beobachten muss man das Auge derart halten, dass die Visirlinie in der Verlängerung des Indicators *a* liegt. Beim Rollen oder Stampfen des Schiffes nimmt die Flüssigkeit in der Kugel, da eine Verrückung ihres Schwerpunktes nicht vorkommen kann, keine Bewegung an, der Indicator bleibt vertical, jener Punkt der Theilung also, der scheinbar von *a* berührt wird, giebt den Neigungswinkel an. Die Reibung der Flüssigkeit an der Gefässwand kann nicht von Belang sein, weil einmal die Schiffsbe-

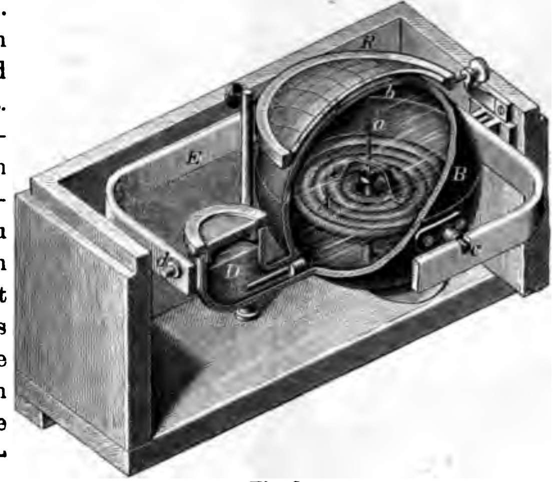


Fig. 2.

wegungen verhältnissmässig rasch in entgegengesetztem Sinne aufeinander erfolgen und zweitens auch nur indirect auf die Flüssigkeit einwirken, da die ganze Kugel schon in Folge ihrer cardanischen Aufhängung bei den Schwankungen des Schiffes nahezu in Ruhe bleibt.

Während sich die vorigen Instrumente durch verhältnissmässige Einfachheit auszeichnen, sieht das nächst zu beschreibende schon complicirter aus, indem es sich nunmehr um einen Registrirapparat handelt. Dasselbe wurde nach den Angaben des französischen Commandanten Mottez durch den Capitän Lewal construirt und im Jahre 1866 auf der Panzerfregatte Héroine aufgestellt.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus dem zweifachen Pendel $A\,a$ (Fig. 3) und aus dem Mechanismus, welcher einen Papierstreifen, worauf die Bewegungen verzeichnet werden, von einer Walze auf eine zweite abwickelt und dabei über eine glatte Metallplatte P, die dem Streifen als Unterlage dient, hinwegzieht. Das Hauptpendel $A\,A$ besteht aus einer 2 m langen metallenen Stange, die in einer schweren Bleilinse endet. Die Pendelstange erhält eine Führung, um nur den Rollbewegungen des Schiffes zu folgen. Das kleine Pendel $a\,a$ ist 0,50 m lang, ähnlich geformt wie das grosse, der Aufhängepunkt desselben befindet sich auf der Stange des grossen Pendels. Der Aufhängepunkt des grossen Pendels ist längs einer Schiene $y\,y$ durch die Hülse $x\,x$ verschiebbar; letztere kann in jeder beliebigen Lage durch eine Druckschraube fixirt werden. Am oberen Theil der Pendelstange lässt sich an verschiedenen Stellen ein Stift anbringen, welcher die Oscillationen auf den Papierstreifen aufzeichnet. Der Mechanismus, der das Papier wie bei den gewöhnlichen Registrirapparaten abzuwickeln hat, soll bei diesem durch Handkraft mittels einer Kurbel bewegt werden, welche auf den Zapfen C aufgesteckt wird. Es ist dann selbstverständlich nothwendig, darauf zu sehen, dass die Drehung der Kurbel möglichst gleichförmig erfolge und die Zeitdauer des Experimentes muss angemerkt werden. Dass dadurch die Genauigkeit der Resultate etwas beeinträchtigt wird, brauchen wir nicht besonders hervorzuheben, indess macht sich doch hier schon der Fortschritt bemerklich, den Verlauf der Bewegungen auch hinsichtlich der Zeitdauer der einzelnen Schwankungen darzustellen, während bei den vorhergehenden Apparaten hierauf direct gar kein Gewicht gelegt war. Das kleine Pendel $a\,a$ hat den Zweck, gleichzeitig die Lage der Rotationsaxe des Schiffes zu bestimmen. Der Aufhängepunkt B wird nämlich so lange nach oben oder nach unten verschoben, bis man bemerkt, dass sich A und a vollkommen decken, was ein Zeichen sein wird, dass sich B in der richtigen Höhe befindet.

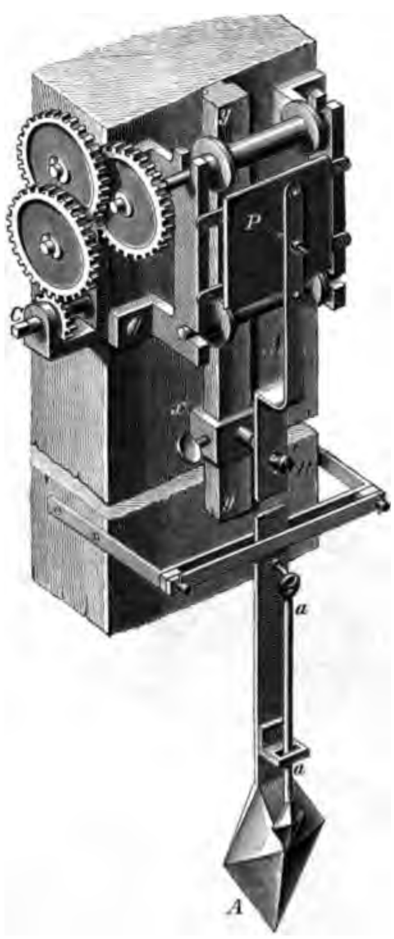


Fig. 3.

Abgesehen von dem früher angeführten Mangel des Apparates eignet sich derselbe nur für die Beobachtung der Rollbewegungen und steht daher, wenn man nicht zwei Exemplare gleichzeitig anwendet und in Betrieb setzt, in der Vollkommenheit den beiden erst beschriebenen nach. Ein weiterer Uebelstand besteht darin, dass das Pendel

nach und nach in eigene Schwingungen geräth, die sich mit den neu hinzukommenden Impulsen vermischen und daher die Angaben unsicher machen.

Vice-Admiral Pàris hat mit seinem Sohn einen Apparat angegeben, welcher sich wieder auf die Eigenschaft des Kreisels gründet, die verticale Axe unverändert beizubehalten, wenn derselbe in Drehung versetzt wird. Der Kreisel besteht aus einem eisernen Ring von beträchtlicher Grösse und Gewicht, der durch vier radiale nach oben zu convergirende Speichen so auf der Axe befestigt ist, dass sein Schwerpunkt noch unterhalb des Stützpunktes der letzteren liegt. Hierdurch wird, da er sich schon im Ruhezustande wie ein Pendel verhält, also die Axe nahezu vertical gerichtet ist, seine Stabilität während der Rotation noch bedeutend vermehrt. Am oberen Ende der Axe befindet sich ein Stift, der auf ein sich abwickelndes Papier alle Abweichungen des Schiffskieles von der normalen Lage verzeichnet. Die Abwickelung des Papiers wird durch ein Uhrwerk besorgt. An der Stelle, wo der Kreisel sich befindet, muss natürlich der Streifen so gekrümmt werden, dass er ein Stück eines Cylindermantels bildet, in dessen Axe der Stützpunkt der Kreiselaxe liegt. Dies wird dadurch erreicht, dass der Papierstreifen durch zwei Führungen gezogen wird, in welchen er über kleine Rollen gleitend die erforderliche Krümmung erhält. Als besonderer Vortheil dieses Instrmentes wäre die Thatsache zu bezeichnen, dass sich dasselbe nicht auf die Verzeichnung oder auf die Angabe der Roll- und Stampfbewegungen allein beschränkt, sondern dass es jede Schlingerbewegung des Schiffes verzeichnet. Dagegen ist die Dauer des Experimentes auch hier beschränkt. Die Verwendung des Kreisels auf Schiffen bleibt natürlich eine sehr gewagte Sache. Pàris versichert aber, ganz vorzügliche Resultate erhalten zu haben. Leider ist der ganze Apparat zu umfangreich, um durch einen Holzschnitt veranschaulicht werden zu können, das Princip desselben aber ist so einfach, dass sich darüber nicht mehr berichten lässt.

Ein anonymer Verfasser, F. W., vermuthlich Franz Witti, hat in den *Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens 1875* eine eigenthümliche Idee für den Entwurf eines theilweisen Registririnstrumentes entwickelt. Bezeichnet $R\,O$ in Fig. 4 eine schiefe Ebene, gegen den Horizont $H\,O$ um den Winkel α geneigt, so wird $R\,O$ selbst horizontal, sobald die Unterlage von $H\,O$ im Sinne $H\,H'$ sich um den Betrag α neigt. Wird nun $R\,H\,O$ als mechanischer Keil betrachtet und liegt auf $R\,O$ ein Kügelchen, das am tiefsten Punkt O nicht abgleiten kann, so wird bei einem Ueberschuss von Neigung in der Stellung $R'H'O$ das Kügelchen abrollen.

Auf dieses hin giebt der Verfasser folgende Idee zur Construction eines Rollklinometers.

In ein vierseitiges Prisma aus dünnem Blech fixirt man metallene Röhrchen unter den Winkeln von 3, 5, 7 u. s. w. Grad zur Basis. Die tiefen Enden dieser mit den Nummern 4, 6, 8, 10.... bezeichneten Canäle werden bleibend verschlossen und in jeden derselben eine zugehörig numerirte Kugel aus Buchsbaumholz gegeben. Ist das Prisma mit einer horizontalen Fläche am Schiffe verbunden, so werden beim Rollen die Kügelchen jener Bohrungen auslaufen, welche während der Rollung die wagerechte Lage überschreiten; beispielsweise bei 10° Inclination die Kügelchen No. 4, 6, 8 und 10. Eine Klappmulde, welche die ganze Fläche überdeckt und in welche die Canäle münden, fängt die Kugeln auf. Die Idee und die Ausführung des Instrumentes sind wohl einfach genug, wenn man sich eben begnügen wollte, nur den maximalen Betrag der Neigung zu erfahren, was offenbar zu wenig ist.

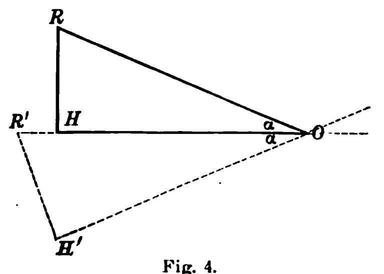


Fig. 4.

Clark's Oscillometer besteht aus einem Fernrohre, welches mit einem verticalen gezahnten und eingetheilten Bogen versehen ist. Die horizontale Drehungsaxe des

Instrumentes ist an einem Pfeiler befestigt, der senkrecht auf den Kiel aufgestellt wird. Ist das Fernrohr genau horizontal gestellt, so zeigt ein Index auf dem Gradbogen auf Null. Neigt sich nun das Schiff, so sieht man erstens darauf, dass die optische Axe senkrecht auf die Richtung der Schlingerbewegung zu stehen kommt, stellt dann das Fernrohr mit der Visirlinie genau auf den Horizont ein und liest den Winkel ab, woraus die Grösse der Rollbewegung bekannt wird. Das richtige Einvisiren wird immer eine missliche Sache bleiben und man ist auch mit diesem Instrumente noch immer auf dem alten Standpunkt, nur den Betrag einer Bewegung zu erhalten. Ist ausserdem die Richtung der optischen Axe nicht genau senkrecht auf der Rotationsaxe, so erhält man nicht einmal genaue Angaben. Den gleichen Fehler besitzen übrigens auch die alten Pendelinstrumente und das Pendel der Héroine. Liest man z. B. bei einem einfachen Pendel 10° ab, so werden diese 10° nur in dem Fall den Betrag der Rollung angeben, wenn die Rotationsaxe genau in der Verticalebene des Kieles lag.

Aus unserer kurzen Zusammenstellung ergiebt sich, dass alle bisher in Vorschlag gekommenen Methoden noch ziemlich mangelhaft sind, während es doch aus verschiedenen Gründen so sehr wünschenswerth wäre, die Roll- und Stampfbewegungen eines Schiffes etwas genauer, als es bisher der Fall war, kennen zu lernen. Wir haben daher die vorliegende Zusammenstellung verfasst, um denjenigen, welche sich mit der Anfertigung einschlägiger Apparate beschäftigen wollen, das auf diesem Gebiete schon Vorhandene vorzuführen.

Ueber die Veränderlichkeit der Papierscalen.

Von

H. F. Wiebe, technischem Hilfsarbeiter der K. Normal-Aichungs-Commission zu Berlin.

Gelegentlich einiger thermometrischer Untersuchungen habe ich ein bisher wohl noch nicht überall genügend beachtetes Verhalten der Papierscalen bemerkt, welches unter Umständen die Angaben der mit solchen Scalen versehenen Instrumente nicht unerheblich beeinflussen kann.

Es handelte sich für mich darum, bei zwei sehr alten von J. C. Greiner & Co. etwa 1825 verfertigten Thermometern die Depression des Eispunktes nach längerer Erwärmung der Instrumente auf die Siedetemperatur des Wassers zu bestimmen. Die Versuche ergaben für die Depressionsconstante bei den beiden mit Papierscalen versehenen Thermometern den Betrag von ungefähr $^1/_2$° R. und doch hatte schon am folgenden Tage der Eispunkt seinen alten Stand fast vollständig wieder erreicht. Beide Thatsachen — der hohe Betrag der Depression bei alten Greiner'schen Thermometern, sowie das rasche Verschwinden der Depression — widersprachen meinen bisherigen Erfahrungen in hohem Maasse. Ich vermuthete deshalb, dass irgend etwas bei diesen Instrumenten nicht in Ordnung sei. Nach eingehender Erwägung aller etwa in Betracht kommender Umstände blieb mir nur übrig, eine zeitweilige Längenveränderung der Papierscalen als störende Ursache anzunehmen.

Schon während des Siedens der Instrumente hatte ich eine ziemlich erhebliche Wasserabscheidung an den inneren Wänden der herausragenden Glashülle bemerkt und auch wahrgenommen, dass die niedergeschlagenen Wassertröpfchen am nächsten Tage wieder verschwunden waren. Diese Feuchtigkeit konnte nur aus dem Papiere ausgeschieden und später wieder von demselben aufgenommen worden sein. Es erschien mir daher sehr wahrscheinlich, dass die hygroskopische Eigenschaft des Papieres zu einer Längenveränderung der Scalen und damit zu dem abnormen Verhalten der Thermometer Veranlassung gegeben

hatte. Diese Vermuthung hat durch die im Nachfolgenden beschriebenen Versuche volle Bestätigung gefunden. Zu denselben wurden ausser den beiden erwähnten sehr alten Thermometern noch zwei neuere, ebenfalls mit Papierscale versehene von J. C. Greiner sen. & Sohn 1876 verfertigte Thermometer benutzt. Die Scalen der älteren Thermometer sind an ihrem oberen Ende mit Siegellack an dem Umhüllungsrohr, diejenigen der beiden neueren in der Nähe des Siedepunktes mit Fischleim an der Capillare befestigt. Erstere sind in ganze, letztere in halbe Grade nach Réaumur getheilt.

Zunächst wurde nun mit einem in Millimeter getheilten Maassstabe die Länge der Scalen gemessen, sodann wurden die Instrumente auf Siedetemperatur erwärmt und hierauf wieder die Scalenlänge bestimmt. Es ergaben sich Längenänderungen der Scalen von $1/2$ bis 1 mm oder in Procenten der Scalenlänge ausgedrückt von $1/4$ bis $2/3$ %. Um für die Veränderung der Scalenlänge noch eine anderweitige Controle zu gewinnen, wurde seitlich auf dem Umhüllungsrohr der Thermometer ein mit dem Nullstrich der Scale coincidirender Aetzstrich angebracht, dessen Lage gegen den Nullstrich bei jeder Messung der Scalenlänge durch Schätzung mit der Lupe bestimmt wurde. Diese Beobachtungen bestätigten die obigen Ergebnisse vollständig.

Um alsdann auch die Abhängigkeit der Längenänderung von der Temperatur annähernd kennen zu lernen, wurden die Thermometer, nachdem die Scalen wieder ihre ursprüngliche Länge erreicht hatten, längere Zeit auf 40° R. erwärmt. Hierbei ergaben sich ebenfalls zeitweilige Aenderungen der Scalenlänge.

Schliesslich wurde noch bei einem der neueren Thermometer (No. 40) das Umhüllungsrohr am oberen Ende geöffnet, eine möglichst vollständige Austrocknung der Scale durch Erwärmung auf 100° bewirkt und das Rohr alsdann wieder zugeschmolzen. Die Scale hatte sich um nahezu einen Millimeter verkürzt und änderte nunmehr bei neuen Erwärmungen des Instrumentes auf Siedetemperatur ihre Länge nur noch um einen ganz geringen Betrag.

Ich lasse hier nur eine kurzgefasste Zusammenstellung der numerischen Daten obiger in Gemeinschaft mit meinem Collegen, Herrn W. Schloesser, ausgeführten Versuche folgen.

Thermometer Greiner No. I.

Die Länge des Scalenintervalles von 0 bis 80° R. betrug:

a) bei mittlerer Zimmertemperatur von 16° R.

Datum			Länge
1885	Juni	13	161,57 mm
„	„	14	161,55 „
„	„	15	161,57 „
„	„	18	161,60 „
„	Juli	2	161,50 „
„	„	3	161,52 „
„	„	4	161,57 „
		Mittel	161,55 mm.

b) nach der Erwärmung auf Siedetemperatur

(Das Thermometer tauchte bis 77° R. in den Dampf des siedenden Wassers)

	Dauer der Erwärmung	
Juni 11	30 Min.	160,50 mm
Juli 3	30 „	160,57 „
	Mittel	160,53 mm.

c) nach der Erwärmung auf 40° R.

(Das Thermometer tauchte bis 74° R. in das erwärmte Wasser.)

	Dauer der Erwärmung	
Juni 12	100 Min.	161,27 mm
„ 13	180 „	161,10 „
	Mittel	161,18 mm.

Aus diesen Versuchen folgt, dass die zeitweilige Verkürzung des Scalenintervalles von 0 bis 80° für eine Temperaturdifferenz von 64° R. 1,02 mm oder etwa $2/3$ % und für eine solche von 24° R. 0,37 mm oder etwa $1/4$ % beträgt.

Thermometer Greiner No. II.

Die Länge des Scalenintervalles von — 40 bis +80° R. betrug:

a) bei mittlerer Zimmertemperatur von 16° R.

1885 Juni 14 . . . 229,30 mm
" " 15 . . . 229,25 "
" " 18 . . . 229,25 "
" Juli 2 . . . 229,50 "
" " 3 . . . 229,53 "
Mittel 229,37 mm.

b) nach der Erwärmung auf Siedetemperatur

(Das Thermometer tauchte bis +64° R. ein)
Juni 12 . . . 228,60 mm
Juli 3 . . . 228,34 "
Mittel 228,47 mm.
Dauer der Erwärmung jedesmal 30 Min.

Die Scale hatte sich also für eine Temperaturdifferenz von 64° R. um 0,90 mm oder etwa $^1/_2$% verkürzt.

Thermometer Greiner No. 40.

Die Länge des Scalenintervalles von 0 bis +80° R. betrug:

a) bei mittlerer Zimmertemperatur von 16 R. *b) nach der Erwärmung auf Siedetemperatur*

(Das Thermometer tauchte bis +77 R. ein.)

1. Vor der Austrocknung der Scale

a)
1885 Juni 11 . . . 203,40 mm
" " 13 . . . 203,50 "
Mittel 203,45 mm.

b)
Juni 12 . . . 202,80 mm
" 13 . . . 202,57 "
Mittel 202,68 mm.

2. Nach der Austrocknung der Scale

a)
1885 Juni 14 . . . 202,50 mm
" " 15 . . . 202,60 "
" " 16 . . . 202,55 "
" " 18 . . . 202,55 "
" Juli 2 . . . 202,53 "
" " 3 . . . 202,57 "
" " 4 . . . 202,55 "
Mittel 202,55 mm.

b)
Juni 15 . . . 202,47 mm
Juli 2 . . . 202,38 "
" 3 . . . 202,38 "
Mittel 202,41 mm.
Die Dauer d. Erwärmung betrug in beiden Fällen jedesmal 30 Min.

Im ersteren Falle betrug die Verkürzung der Scale 0,77 mm oder etwas mehr als $^1/_3$%, im andern Falle dagegen, nachdem eine möglichst vollständige Austrocknung derselben stattgefunden hatte, nur 0,14 mm oder etwa $^1/_{15}$%.

Thermometer Greiner No. 41.

Die Länge des Scalenintervalles von 0 bis +80° R. betrug:

a) bei mittlerer Zimmertemperatur von +16° R.

Juni 11 . . . 199,50 mm
" 13 . . . 199,53 "
" 14 . . . 199,50 "
" 15 . . . 199,43 "
" 16 . . . 199,43 "
" 18 . . . 199,50 "
Juli 2 . . . 199,45 "
" 3 . . . 199,45 "
" 4 . . . 199,45 "
Mittel 199,47 mm.

b) nach der Erwärmung auf Siedetemperatur

(Das Thermometer tauchte bis +78° R. ein)
Juni 11 . . . 199,10 mm
Juli 3 . . . 198,88 "
Mittel 198,99 mm.
Die Dauer d. Erwärmung betrug jedesmal 30 Min.

c) nach der Erwärmung auf +40° R.

	Dauer der Erwärmung	das Therm. tauchte ein bis	
Juni 12	76 Min.	+80° R.	199,40 mm
"	30 "	+65 "	199,45 "
" 13	175 "	+62 "	199,32 "
		Mittel	199,39 mm.

Das Scalenintervall von 0 bis 80° R. hatte sich also für eine Temperaturdifferenz von 64° R. um 0,48 mm oder $^1/_4$% und für eine solche von 24° R. um 0,08 mm verkürzt.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, dass die Länge der gebräuchlichen Papierscalen wegen ihres Feuchtigkeitsgehalts in erheblichem Maasse von der Temperatur abhängig ist. Es dürfte sich daher in Zukunft wohl empfehlen, die zu verwendenden Papierscalen vor dem Schliessen der Instrumente bei der Herstellung der letzteren durch längeres Erwärmen auf die höchste bei der Anwendung des Instrumentes vorkommende Temperatur möglichst auszutrocknen, um dadurch späteren Längenvariationen nach Möglichkeit vorzubeugen. Bei dem Thermometer No. 40 war die Austrocknung nach einem Versuch noch nicht vollständig gelungen; es ist aber nicht zu bezweifeln, dass durch mehrfache Wiederholung derselben schliesslich eine vollständig trockene und bei Erwärmungen unveränderliche Scale erhalten worden wäre.

Es dürfte nicht überflüssig erscheinen, hier noch bezüglich der beobachteten Eispunktsdepressionen einige Zahlen zu geben. Um nämlich diese Grössen frei von dem Einflusse der Längenänderung der Scale zu erhalten, wurden auch mehrere Versuche angestellt, bei denen nur die Gefässe und ein kleiner Theil des Halses der Instrumente in den Dampf des siedenden Wassers tauchten.

Diese Bestimmungen ergaben gegen diejenigen, bei welchen die Scale fast ganz in Dampf tauchte, folgende Unterschiede:

Thermometer	Depression bei eintauchender Scale	Depression bei herausragender Scale	Unterschied
Greiner I	0,53° R	0,05° R.	0,48° R.
„ II	0,42 „	0,09 „	0,33 „
„ 40	0,60 „	0,29 „	0,31 „
„ 41	0,56 „	0,31 „	0,25 „

Die Eispunktsdepressionen sind demnach im ersteren Falle um $^1/_4$ bis $^1/_2$° R. zu gross gefunden worden. In diesem Umstande dürfte vielleicht auch theilweise der Schlüssel zu suchen sein für die oft sich widersprechenden Resultate, zu welchen im Anfange dieses Jahrhunderts, als die ersten ernsthaften Beobachtungen über die Eispunktsdepressionen angestellt wurden, die verschiedenen Forscher, wie Egern, Henrici, Pierre u. A. mehr gelangt sind. So behauptete beispielsweise Pierre, dass die Depression des Eispunktes nach 1 bis 2 Tagen wieder verschwunden sei, welche Thatsache von andern bestritten wurde. Dieser Widerstreit erklärt sich ganz ungezwungen, wenn man annimmt, dass ersterer mit Thermometern mit Papierscale operirte.

Die Veränderlichkeit der Dimensionen des Papieres mit dem Feuchtigkeitsgehalte dürfte übrigens auch wohl bei der Papierprüfung ein nicht ganz zu vernachlässigender Factor sein, da bei derselben aus dem Gewichte eines verhältnissmässig kleinen Stückes (1 qdcm) Papieres auf das Gewicht des ganzen Bogens geschlossen wird.

Zum Schlusse sei hier noch erwähnt, dass die hygroskopische Eigenschaft des Papieres schon Dalencé (vergl. dessen *Traité des Barom. Thermom. et Hygrom. Amsterdam 1688*) zur Construction eines Hygrometers Veranlassung gab. Ein Streifen Papier wird zwischen zwei Stiften ausgespannt und in der Mitte durch ein kleines Gewicht beschwert, welches einen Zeiger trägt. Wenn dann das Papier sich durch Feuchtigkeit ausdehnt, so sinkt das Gewicht herab und der Zeiger deutet dies auf einer Scale an.

Seismologische Mittheilungen.

Von
W. Werner, Assistent am K. Geodätischen Institut in Berlin.

(Schluss.)

Was endlich die Instrumente zur Registrirung der vertical gerichteten Stösse anlangt, so ist hierüber nach den bisherigen Auseinandersetzungen wenig mehr hinzuzufügen. Das einzige bislang praktisch mit Erfolg angewandte Princip hierfür besteht in der Aufhängung einer schweren Masse an einer Feder und zwar kann dazu entweder eine horizontal gerichtete Blattfeder oder eine vertical hängende Spiralfeder benutzt werden. Die Schwierigkeit liegt dabei hauptsächlich darin, dass, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen werden, die Eigenschwingungen immer von sehr kurzer Periode ausfallen; die verschiedenen Mittel, wodurch diesem Uebelstande begegnet wird, bilden das eigentlich Charakteristische der einzelnen Constructionen. Hängt man die Masse direct an die Feder, so würde die Schwingungsdauer gleich der eines einfachen Pendels sein, dessen Länge gleich demjenigen Stück ist, um welches die unbelastete Feder durch Anhängung der Masse durchgebogen bezw. verlängert wird. Hieraus geht unmittelbar hervor, einmal dass die vertical hängende Spiralfeder den Vorzug vor der horizontalen Blattfeder erhalten muss, und zweitens, dass man, um langsame Schwingungen zu erhalten, ausserordentlich lange Federn anwenden müsste. Aus diesem Grunde hängt man auch das Gewicht nicht direct an die Feder, sondern lässt dasselbe mittels eines ungleicharmigen Hebels an derselben angreifen. Ist dann der Angriffspunkt des Gewichtes n mal soweit vom Drehpunkt entfernt als der der Feder, so wird auch die Streckung der letzteren nahe n mal so gross und somit die Schwingungszeit im Verhältniss $\sqrt{n}$ vergrössert. Man kann nun aber mit dem Werthe n begreiflicherweise nicht wohl über eine gewisse Grenze hinausgehen, und würde selbst bei dem grössten aus praktischen Rücksichten noch etwa zulässigen Betrage, um Schwingungszeiten von einigen Secunden zu erhalten, noch immer Federn von solcher Länge anzuwenden genöthigt sein, dass die constructive Ausführung, noch mehr aber die Aufstellbarkeit des Instrumentes in überdachten Räumen in Frage kommen würden, ganz abgesehen noch von der dabei in Folge von Temperatureinflüssen entstehenden Unsicherheit des Functionirens. Man muss demnach eine Verlängerung der Schwingungsdauer auf künstliche Weise herbeizuführen suchen. Ein von M. Gray hierfür vorgeschlagenes Mittel besteht darin, einen um eine feste horizontale Axe schwingenden, theilweise mit Quecksilber angefüllten länglichen Trog mit seinem freien Ende derart an den horizontalen Arm, an welchem das Gewicht befestigt ist, mittels Fäden anzuhängen, dass beim Niedergange des Gewichtes unter die Ruhelage das Quecksilber auf dieses zufliesst und damit das Gewicht vergrössert. Betrüge die Gewichtsvermehrung gerade soviel, dass sie allein die Feder um soviel strecken würde, als sie in Folge der Schwingung des ursprünglichen Gewichtes verlängert worden ist, so würde das ganze System im Gleichgewicht sein und also keine rückgängige Bewegung machen. Ist die Vermehrung des Gewichtes etwas geringer, so erfolgt ein Zurückgang, bei welchem die Feder aber eine grössere Last zu heben hat, als diejenige war, welche sie verlängert hat, und die sie daher mit geringerer Geschwindigkeit bewegen wird. Sowie das Gewicht dann seine Ruhelage passirt und vermöge der erlangten Geschwindigkeit noch weiter aufwärts geht, fliesst das Quecksilber wieder ab, wodurch bei dem folgenden Niedergange die Bewegung abermals verlangsamt wird. Bei passender Wahl der Verhältnisse kann man daher auf diese Weise die Schwingungsdauer ohne Einführung einer stark veränderlichen und die Empfindlichkeit

beeinträchtigenden Reibung auch bei Anwendung einer verhältnissmässig kurzen Feder in beliebiger Weise verlängern.

Leider geräth aber nach einigen Schwingungen das Quecksilber selbst in eine unregelmässige Wellenbewegung, durch welche es den Schwingungen des Gewichtes entsprechend zu folgen gehindert wird, wodurch der Effect natürlich beeinträchtigt, auch wohl ganz umgekehrt werden kann, so dass durch diesen Umstand die praktische Verwendbarkeit des sonst gewiss genialen Gedankens vereitelt wird.

Derselbe Zweck lässt sich aber nach Ewings Vorschlage einfacher und unter Vermeidung des obigen Uebelstandes in folgender Weise erreichen. Liegen Stützpunkt, Angriffspunkt der Feder und Schwerpunkt des Gewichtes genau in einer Graden, so werden sich bei jeder Drehung nach oben oder unten aus der horizontalen Ruhelage die Hebelarme, an denen die Feder und das Gewicht wirken, horizontal gemessen, beide etwas verkürzen, aber stets in demselben Verhältniss zu einander bleiben. Legt man dagegen den Angriffspunkt der Feder beträchtlich tiefer als den des Gewichtes, so wird sich beim Niedergange der horizontale Hebelarm der Feder stärker verkürzen als der des Gewichtes, beim Aufgange aber sich verlängern, während der des Gewichtes sich verkürzt. Dass aus diesem Umstande eine ganz analoge Schwingungsverzögerung eintreten muss, wie in dem Falle, wo die Hebelarme in constantem Verhältniss blieben, die Masse des Gewichtes aber bald vergrössert, bald verkleinert wurde, liegt auf der Hand. Der nach diesem Principe construirte Apparat ist in Fig. 7 dargestellt. Ein mit dem Erdboden fest verbundener Pfosten P dient dem ganzen System als Stütze. Die Horizontalstange wird durch die Metallplatte *a*, am vorderen Ende durch den Bleicylinder *b* beschwert, gebildet. Nahe dem Pfosten wird die Platte *a* durch zwei, horizontal möglichst weit von einander entfernte Schrauben *c*, von denen die eine in einem conischen Loch und die andere in einer V-förmigen Rinne angreift, gestützt. Um die durch die Spitzen von *c* gelegte Horizontale kann die Platte *a* schwingen. Die beiden Spiralfedern *d d* hängen an einer Platte, die auf dem Kopfe des Pfostens P festgeschraubt und durch Stellschrauben zum Zweck der Justirung der Federn gehoben und gesenkt werden kann; die Federn tragen das Querstück *e*, gegen welches sich die durch *a* führende, mit Gegenmutter versicherte, Schraube *f* stützt. Die „feste Linie" des Systems, oder die momentane Drehaxe in Bezug auf verticale Verschiebungen der Stützaxe, liegt ein wenig ausserhalb des Centrums des Gewichts *b*. An dieser Stelle ist der Stift *k* eingesetzt; derselbe fasst in einen Schlitz in dem kürzeren horizontalen Schenkel eines in der Figur nicht mitgezeichneten Winkelhebels. Dieser dreht sich um eine horizontale Axe, welche in einem mit dem Pfosten P fest verbundenen Arme gelagert ist. Der lange vertical herabreichende Arm des Hebels ist aus Schilf und trägt an seinem unteren Ende einen horizontalen Arm, dessen Stahlspitze auf der berussten rotirenden Glasplatte die Bewegung 7 mal vergrössert aufzeichnet.

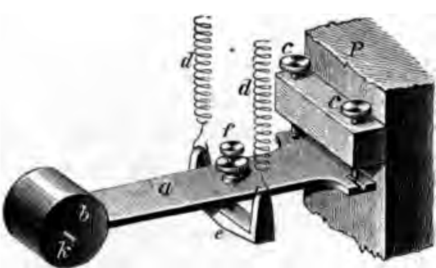


Fig. 7.

In der Natur dieser Apparate liegt es, dass der Schreibstift auch im Ruhezustande kleine Schwankungen machen muss, da er auch die Verlängerungen und Verkürzungen der Feder in Folge von Temperaturänderungen registrirt. Wollte man diesem Uebelstande begegnen, so müsste man zu Compensationseinrichtungen greifen, die aber den Apparat sehr compliciren und vertheuern würden. Es erscheint daher hier gerathen, die Schreibfläche nicht in continuirlicher Rotation zu erhalten, sondern erst bei Eintritt einer seismischen Störung durch elektrischen Stromschluss in Bewegung zu setzen. Es kommt übrigens hier auch viel darauf an, dass in der Ruhelage der Hebel möglichst

genau horizontal liegt, weil sonst der Apparat auch auf horizontale Stösse in der Richtung des Hebels reagiren würde. Schon deshalb dürfen die Federn nicht allzulang genommen werden, weil sonst die erwähnten Temperatureinflüsse die Sicherheit des Functionirens merklich beeinträchtigen würden. Streng genommen muss jeder horizontale Stoss in Folge der dabei eintretenden seitlichen Durchbiegung der Feder eine kleine Markirung herbeiführen, doch dürfte diese bei der verhältnissmässig sehr geringen Masse der Federn verschwindend klein bleiben.

Aus demselben Grunde ist der an sich recht nahe liegende Gedanke, einen ungleicharmigen und durch entsprechend ungleiche Gewichte im Gleichgewicht erhaltenen Waagebalken anzuwenden, praktisch nicht ausführbar. Die Schwerpunkte der beiden Gewichte und der Stützpunkt müssten in einer genau horizontalen Geraden liegen, wenn der Apparat für horizontale Stösse unempfindlich sein sollte, dann würde aber das ganze System in vollkommen neutralem Gleichgewicht sein und also bei der geringsten zufälligen Störung umkippen.

Das Princip der Waage ist auch noch in anderer Weise in Vorschlag gebracht worden und zwar in Form des Aräometers. Dass hierbei Temperaturschwankungen einerseits im Ruhezustande und die heftige Wellenbewegung der Flüssigkeit, in welcher der Schwimmkörper sich bewegt, bei Stössen die praktische Durchführbarkeit des Gedankens ganz illusorisch machen müssen, braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

Bei der Herstellung eines jeden Seismometers ist auf folgende Punkte besonders zu achten. Der Stützpunkt oder die Stützaxe des Systems muss möglichst exact der Bewegung des Bodens an dem Beobachtungsorte folgen, zu welchem Zwecke das Lager der Stützaxe fest mit dem Boden verbunden sein muss. Die Entfernung zwischen Stützaxe und Rotationsaxe des Systems muss viel grösser sein als die zu messende Bodenbewegung, wenn eben der Apparat nicht astatisch ist; sodann darf keine merkliche Rotation der „festen Axe“ um die Stützaxe des Systems während einer Erschütterung stattfinden. Das Moment des Reibungswiderstandes muss im Vergleich zum Moment der effectiven Trägheit relativ klein sein. Die Axe der Platte oder Trommel, auf welche die Bewegungen verzeichnet werden, muss mit der Stützaxe des Systems bzw. mit dem Erdboden fest verbunden sein und es ist Sorge für gleichförmige Rotation der Platte bzw. Trommel während der Erschütterung zu tragen. Eine Glasfläche ist dem Papiere der geringeren Reibung wegen vorzuziehen. Die Uebermittlung der Rotation von dem Uhrwerk auf die Platte erfolgt sicherer durch rollenden Contact als durch gezahnte Räder.

Die Anforderungen, welche Ewing an die Ausrüstung eines seismologischen Observatoriums stellt, dürften sich mehr auf die Einrichtung einer Centralstation beziehen. Es werden 4 Horizontal- und ein Vertical-Seismograph nebst den dazu erforderlichen Uhren und Stromschluss-Seismoskopen gefordert. Um auf den rotirenden Platten die Secunden gleichzeitig verzeichnen zu können, sind eine Reihe elektromagnetischer Zeitgeber, welche in den Stromkreis, durch ein Uhrwerk geschlossen, eingereiht sind, vorgesehen. Um jede Station eines umfangreichen Beobachtungsnetzes auf diese Weise auszurüsten, würden bedeutende Mittel zur Verfügung stehen müssen.

Die Seismologie ist bereits soweit vorgeschritten, dass die mittels der beschriebenen Apparate erhaltenen Angaben genügen, um den Charakter der Bewegung an dem jedesmaligen Beobachtungsorte bestimmen zu können. Viel wichtiger als dies ist aber die Bestimmung der Richtung und Geschwindigkeit, mit der die Erdbebenwelle fortschreitet. Setzt man voraus, dass die Richtung und Geschwindigkeit einer Welle über ein gewisses Gebiet constant bleibt, so kann aus den Ankunftszeiten derselben Welle an drei in diesem Gebiete gelegenen Beobachtungsstationen einmal die Richtung und sodann die horizontale Geschwindigkeit dieser Welle leicht erhalten werden. Kann man noch eine vierte und passend gelegene fünfte Station hinzufügen, so erhält man aus der Lage

der fünf Punkte gegeneinander und den beobachteten Antrittszeiten die zur Bestimmung des Ursprungs der Erschütterung, des Zeitmoments, in welchem dieselbe stattfand und der Geschwindigkeit, mit der die Erschütterung sich fortgepflanzt, erforderlichen Daten. Die gemachte Annahme trifft aber in Wirklichkeit bei weitem nicht zu; der Stoss ist, wenn er die vom Ursprung entfernte Station erreicht, kein einzelner Impuls mehr, dessen Antrittszeit mit Genauigkeit bestimmt werden kann. Da die Bewegung sehr allmälig einsetzt, so hängt die wie irgend beobachtete Antrittszeit von der Empfindlichkeit des benutzten Apparates ab. Die Unsicherheit in der Zeitangabe wird weniger schädlich, wenn die Stationen weiter von einander entfernt sind; dann ist aber auch die Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Charakter der Wellen ein merklich verschiedener ist, viel grösser. Nur bei heftigen Erdbeben, wo die Stationen in solchen Entfernungen genommen werden können, dass die zwischenliegenden Intervalle die Dauer des Stosses an einem Punkt weit übertreffen, sind zuverlässige Resultate zu erhalten. Da es praktisch unmöglich ist, genaue Zeitintervalle zu erhalten in Bezug auf ein Erdbeben als Ganzes, hat Ewing ein Verfahren zur Bestimmung der Richtung und Geschwindigkeit der Erschütterung angegeben, welches aber voraussetzt, dass an drei oder mehr Stationen irgend eine Bewegung aus der ganzen ein Erdbeben ausmachenden Gruppe identificirt werden kann. Wirken sodann auf drei oder vier Stationen je ein Paar Horizontalpendel-Seismographen, so verzeichnen diese die Bewegungen continuirlich an den betreffenden Orten. Die Stationen sind elektrisch verbunden. Auf einer der Stationen ist ein empfindliches Seismoskop und ein Uhrwerk in die Leitung eingeschlossen. Durch ersteres wird bei der geringsten Erschütterung der Stromkreis geschlossen und auf den einzelnen Stationen werden die von der Uhr ausgehenden Zeitsignale von Secunde zu Secunde auf elektromagnetischem Wege markirt. Das erste Zeitsignal dient dann dazu, auf allen Platten denselben Zeitmoment zu markiren und aus den folgenden Signalen wird die Rotationsgeschwindigkeit der einzelnen Platten abgeleitet. Nach dieser Methode lassen sich so kleine Zeitintervalle bestimmen, dass es möglich ist, die Entfernung der Stationen von einander auf 500 m zu beschränken, für welche das Zeitintervall für dieselbe Welle 1 bis 2 Secunden betragen dürfte. Auf diese Weise lässt sich für die gemachte Annahme das Azimuth des Epicentrums ermitteln. Um die Lage desselben zu bestimmen, würde dann noch eine zweite Gruppe von drei Beobachtungsstationen erforderlich sein. Dasselbe liesse sich auch erreichen, wenn die nahe bei einander gelegenen Stationen mit einer oder mehr entfernten Stationen, alle elektrisch unter einander verbunden, verglichen werden. Lässt sich aber auf allen diesen Stationen dieselbe Welle der Erschütterung mit Sicherheit herausfinden? Nach Ewing's Erfahrungen ist die Möglichkeit, dies in günstigen Fällen zu erreichen, nicht ausgeschlossen.

Die Genauigkeit, mit welcher ein Seismograph die Bewegungen verzeichnet, wird experimentell auf folgende Weise untersucht. Der Apparat wird mit allem Zubehör auf eine Tafel fest aufgestellt. Unabhängig davon wird ein zweiter Schreibarm von gleichem Vergrösserungsverhältnisse mit demjenigen des Apparates so gegen die Tafel gestützt, dass beide Schreibstifte unmittelbar nebeneinander auf der Platte des Apparates die Bewegung verzeichnen. Wird nun der Platte eine Erschütterung von bekannter Richtung und Periode ertheilt, so ist die Uebereinstimmung zwischen beiden verzeichneten Curven ein Maassstab für die Leistungsfähigkeit des Instrumentes. Gut ist es, die Versuche so anzuordnen, dass die der Tafel ertheilten Bewegungen den Bewegungen eines wirklichen Erdbebens möglichst nahe kommen. Will man ein paar gleichartige Instrumente mit einander vergleichen, so stelle man dieselben parallel so auf, dass die Schreibstifte in demselben Radius der rotirenden Platte zu liegen kommen. Der eine Apparat ist gegen die Tafel befestigt, die schwere Masse des andern wird aber durch geeignete Vorrichtung gegen die benachbarte Wand festgehalten, auf welche

Weise die „feste Linie“ dieses Apparates wirklich fest ist. Inwieweit die momentane Rotationsaxe des zweiten Apparats fest ist, lässt sich aus den zwei verzeichneten Bewegungscurven ersehen.

Wenn wir hiermit unseren Gegenstand verlassen, wollen wir nicht versäumen, alle diejenigen, welche sich speciell mit Studien auf diesem Gebiet beschäftigen, auf die Arbeit Prof. Ewings, die uns die unmittelbare Veranlassung zu diesem Aufsatz gegeben hat, zu verweisen. Es finden sich darin ausser den eigentlichen grundlegenden theoretischen Auseinandersetzungen und Beschreibungen der zweckmässigsten Apparate noch eine Fülle werthvoller Notizen, Besprechungen älterer Apparate und Methoden, ferner von Seismoskopen zur Schliessung elektrischer Ströme und ähnlicher Hilfseinrichtungen, auf die wir hier nicht näher eingehen konnten. Die Darstellung der Methoden und die Beschreibung der einschlägigen Instrumente, von denen ein beträchtlicher Theil aus verschiedenen periodischen Zeitschriften zusammengetragen ist, ist übersichtlich und klar, wobei durch Hinzufügen zahlreicher Illustrationen und Tafeln dem Leser die Vorstellung wesentlich erleichtert wird. Das Einzige, was daran etwa zu vermissen wäre, ist eine systematische Ordnung des ganzen Materials in der Art, wie wir es in unserem Aufsatze versucht haben. Eine solche würde den Ueberblick und die Orientirung wesentlich erleichtert haben.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Fachschule für Mechaniker.

Diejenigen Mechaniker, deren Bestreben es war, eine weitergehende theoretische Ausbildung, wie sie für jeden selbständig denkenden Mechaniker nöthig ist, zu erlangen, waren bisher einzig und allein darauf angewiesen, polytechnische Schulen zu besuchen. Die Einsicht, dass solche maschinentechnische Anstalten dem Präcisionsmechaniker gar zu viel bieten, was für ihn überflüssig, gar zu wenig aber, was für ihn vorzugsweise wichtig und werthvoll ist, hat endlich dahin geführt, dass auf Verwenden der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik seitens des Magistrats an der hiesigen Handwerkerschule eine besondere Abtheilung für Mechaniker begründet worden ist. Der erste Cursus dieser Tagesklasse war von dreizehn Schülern besucht, hat am 1. April d. J. begonnen und wird gegen Ende September seinen Abschluss erreichen. Da es vielfach noch unbekannt ist, dass eine solche Schule, die erste und einzige derartige in Deutschland, existirt, so wollen wir vor Beginn des zweiten Cursus nicht versäumen, die Aufmerksamkeit nochmals darauf hinzulenken.

Der für die Schule von den erfahrensten Fachleuten, Praktikern und Theoretikern, aufgestellte Lehrplan ist von uns unter den Vereinsnachrichten im Märzheft dieses Jahrganges mitgetheilt und ausführlich besprochen worden; wir freuen uns mittheilen zu können, dass derselbe sich während des ersten Semesters für die Schüler vorzüglich bewährt hat.

Durch denselben wird den Mechaniker-Gehilfen Gelegenheit geboten, in Zeit eines halben Jahres gegen ein billiges Unterrichtsgeld die für ihren Zweck genügende Ausbildung zu erlangen. Die Möglichkeit, in einer verhältnissmässig so kurzen Zeit den Schülern alles für sie Wichtige bieten zu können, ist dadurch gewonnen, dass die wöchentliche Stundenzahl eine grosse, die aufzunehmende Schülerzahl mit Rücksicht für den in manchen Fächern gebotenen Einzelunterricht dagegen eine beschränkte ist, vorzugsweise aber dadurch, dass mit Weglassung alles Entbehrlichen nur das für den vorliegenden Zweck Wesentliche und praktisch Brauchbare in den Unterricht aufgenommen worden ist.

Dazu kommt noch, dass nur praktisch schon ausgebildete Mechaniker, nämlich Gehilfen, nicht aber Lehrlinge in die Tagesklasse aufgenommen werden. Der Unterricht liegt sowohl hinsichtlich der allgemeineren als auch der Specialfächer in den Händen namhafter Lehrkräfte.

Diejenigen jungen Mechaniker, welche von der hier gebotenen Gelegenheit einer zweckentsprechenden Fachausbildung Gebrauch machen wollen, haben sich bei dem Director der „Berliner Handwerkerschule", Herrn O. Jessen, Kurstr. 51 I., zu melden, um das Programm in Empfang zu nehmen und das Nähere über den zweiten halbjährigen Cursus, der nun bald eröffnet werden wird, zu erfahren.

Preisausschreibung für ein Instrument zur Verbesserung des Hörvermögens bei Schwerhörigen.

Bei Gelegenheit des dritten otologischen Congresses hat Herr Baron L. v. Lenval einen Preis von 3000 Francs ausgesetzt zur Prämiirung des besten nach dem Principe des Mikrophons construirten und bequem zu tragenden Instrumentes zur Verbesserung des Hörvermögens bei Schwerhörigen. — Prämiirt werden nur ausgeführte und auf richtiger Anwendung physikalischer Gesetze beruhende Instrumente, deren mechanische Construction und Leistungsfähigkeit einer sorgfältigen Prüfung unterzogen werden wird.

Instrumente, welche um diesen Preis concurriren, sind vor dem 31. December 1887 an eines der Mitglieder der Jury zu senden. Die Publication des Urtheiles der Jury und die Ueberreichung des Preises soll am vierten otologischen Congresse in Brüssel, im September 1888 erfolgen. Falls keines der concurrirenden Instrumente prämiirt werden sollte, behält sich die Jury das Recht vor, eine fernere Preisausschreibung bis zum Zeitpunkt des nächstfolgenden internationalen otologischen Congresses zu erlassen. Mitglieder der Jury sind die Herren: Prof. Dr. E. Hagenbach-Bischoff in Basel (Missionsstr. 20), Dr. Benni in Warschau (16 Bracka), Prof. Dr. Burckhardt-Merian in Basel (42 Albanvorstadt), Dr. Gellé in Paris (49 Rue Boulard) und Prof. Dr. A. Politzer in Wien (I. Gonzagagasse 19).

Indem wir unseren Lesern von dieser Preisausschreibung Kenntniss geben, hoffen wir, dass dieselbe einen fördernden Einfluss auf den speciell interessirten Zweig der wissenschaftlichen Technik ausüben möge.

Referate.

Messung sehr niedriger Temperaturen.

Von S. v. Wroblewski. *Monatshefte für Chemie. 6. S. 222.*

Verfasser beschreibt ausführlich seine schon im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 324 nach einer vorläufigen Notiz in den *Comptes Rendus* angezeigten Untersuchungen. Er verwendet für die Messung sehr niedriger Temperaturen ein Thermoelement aus galvanoplastischem Kupfer und Neusilber. Bei niedriger Temperatur wächst die elektromotorische Kraft langsamer als die Temperaturdifferenz; jedoch lässt sich die Temperatur als Function der Galvanometerausschläge mit drei Constanten genau darstellen, welche aus den Beobachtungen beim Schmelzpunkt des Eises und den Siedepunkten des Wassers, Aethylens und Stickstoffs abgeleitet werden.

Die Angaben des Wasserstoffthermometers stimmen noch bei — 1930° mit denen des Thermoelementes überein, wenn die nöthigen Correcturen angebracht werden, dagegen sind sie bei — 199° schon wesentlich zu niedrig, ein Beweis, dass bei dieser Temperatur der Wasserstoff nicht mehr dem Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetz folgt.

Wgsch.

Neue Construction des Objecthalters an Schlittenmikrotomen.

Von Dr. H. Henking. *Zeitschr. f. Mikroskopie 1. S. 491.*

Verf. vermisst bei den gebräuchlichen Mikrotomen die namentlich für Zoologen äusserst wünschbare leicht und sicher auszuführende Drehbarkeit des im Halter eingespannten Objectes, um z. B. bei kleineren Thieren die einzelnen Schnitte symmetrisch zu einer der Hauptaxenebenen richten zu können, wodurch die klarsten Bilder über den Bau des Organismus erhalten werden, während Schnitte in irgend welcher Weise schräg durch den Thierkörper geführt, ganz verwirrende Anblicke gewähren. Die neueren Mikrotome tragen zwar diesem Bedürfniss, doch nicht in genügendem Maasse Rechnung, bei dem Sprengel'schen muss die Drehung aus freier Hand vorgenommen werden, bei dem Jung'schen sind zwar Schrauben hierfür vorhanden, dieselben liefern aber bei dem groben Gewinde nicht die erforderliche Feinheit der Einstellung.

Die vom Verfasser angegebene Einrichtung ist folgende: Zunächst sind die mit Zahnfurchen versehenen Flächen der Klammer *a* nicht wie bislang cylindrisch ausgehöhlt, sondern eben, und ferner ist die ganze Klammer oben bogenförmig gewölbt. Es soll dies den Vortheil gewähren, gebogene Objecte, wie z. B. ein Insectenbein, bei Ausführung von Serienschnitten leicht umlagern zu können und ausserdem verhindern, dass auch in stark geneigter Lage des Halters das Messer gegen Metalltheile stösst. Die Klammer wird durch die Schraube *b* zusammengezogen, die bewegliche Hälfte führt sich dabei an den beiden Stiften *k k*. An der unbeweglichen Hälfte sitzt ein Kugelzapfen, dessen Lager *e s* mit dem Boden *B* des Objectschlittens fest verbunden ist und durch die Schraube *r* gelockert und zusammengepresst werden kann. An dem Boden, bezw. dem Lagerstück *e* sind ferner die beiden Metallstücke *c* und *c'* festgeschraubt. Dieselben tragen cylindrische Büchsen, in denen die beiden Schraubenmuttern *d d'* drehbar aber unverschieblich befestigt sind. Durch Drehen derselben werden die zugehörigen Spindeln gehoben und gesenkt. Diese stehen durch die Charniere *m m'* und die Cylinder *i i'* mit der Klammer *a* in Verbindung und ertheilen derselben die gewünschten Winkelbewegungen um zwei aufeinander senkrechte, sich im Mittelpunkte des Kugelzapfens treffende Axen. Damit die Bewegungen ohne Zwängen möglich sind, dürfen die Cylinder *i i'* nicht fest in *a* eingeschraubt sein, sondern müssen sich in Bohrungen drehen und ihrer Längsrichtung nach verschieben können, es müssen auch ihre Axen genau nach dem Kugelmittelpunkt gerichtet sein. Um jederzeit richtig beurtheilen zu können, ob durch Drehung der Mutter in dem einen oder anderen Sinne eine Hebung oder Senkung der zugehörigen Spindel bewirkt wird, trägt die Mutter auf ihrer oberen Fläche einen Doppelpfeil mit den Buchstaben *o* und *u* eingravirt, eine Einrichtung, die beim Gebrauch wohl recht unbequem und unseres Erachtens auch ziemlich überflüssig ist. Jede Mutter hat auch eine Theilung in acht Intervalle, um den Betrag der Hebung ablesen zu können. Die Schrauben besitzen Steigungen von $^2/_3$ mm; die vordere liegt ausserhalb der Führungsplatte des Objectschlittens, ist etwa 45 mm lang und gestattet, da sie nebenbei auch an einem ziemlich kurzen Hebelarme angreift, eine starke Umdrehung des Halters; die andere



ist nur etwa halb so lang und etwa doppelt so weit vom Kugelmittelpunkt entfernt als die erstere, sie reicht aber doch völlig aus, weil in der Richtung, in welcher sie wirkt, eine starke freihändige Verstellung des Objectes in der Klammer möglich ist und die Schraube daher nur zum feinen Verstellen gebraucht wird. Nach erfolgter genauer Einstellung kann der Halter durch Anziehen der Schraube *r* in dem Kugellager festgeklemmt werden.

Die ganze Einrichtung mag unzweifelhaft für manche Fälle recht vortheilhaft sein und ist auch im Ganzen nicht unzweckmässig disponirt, mit der technischen Ausführung können wir uns aber durchaus nicht einverstanden erklären. Es ist mit Sicherheit vorauszusehen, dass nach kurzem Gebrauch ein Klappern in den Gelenken *m m'* und ein Schlottern der Cylinder *i i'* in ihren verhältnissmässig viel zu kurzen Bohrungen eintreten wird; ist dies aber erst einmal der Fall, so wird der schädliche Einfluss derselben aus naheliegenden Gründen durch Anziehen der Schraube *r* auch nicht wieder aufgehoben, letzteres wird vielmehr jedesmal eine wenn auch vielleicht nur kleine Veränderung der Einstellung herbeiführen. Wenn auch Verf. anführt, dass die Neuerung nur dann praktischen Werth besitze, wenn sie den Preis der gebräuchlichen Mikrotome nicht wesentlich erhöhe, so meinen wir doch, dass die Verwendung zweier gewöhnlicher Kopfschrauben mit Kugelansatz und Kugelmutter, wie sie bei den Feinstellvorrichtungen von Theodoliten vielfach üblich sind und deren event. durch Schrauben nachziehbar zu machende Lager fest mit dem Boden des Schlittens einerseits und der Klammer *a* andererseits verbunden werden können, eher weniger als mehr Kosten verursachen wird, dabei bedeutend sicheres Functioniren und bequemere Handhabung mit sich bringen würde. Da eine solche Einrichtung auch vielleicht noch geringeren Raum beansprucht als die beschriebene, so stände ihrer Anwendung nicht das geringste Bedenken entgegen. Die Festklemmbarkeit der Klammer mittels der Schraube *r* könnte dann ganz wegfallen und ebenso die immerhin nicht ganz leicht zu realisirende Bedingung, dass die Cylinder *ii'* genau nach dem Kugelmittelpunkt gerichtet sein müssen. *Ln.*

Der neue Basisapparat der Nordamerikanischen Landesvermessung.[1])

Von A. Schott. *Report of the Superintendent of the U. S. Coast and Geodetic Survey for the fiscal year ending with June 1882. Washington 1883. Appendices 7 und 8.*

Die *Coast and Geodetic Survey* der Vereinigten Staaten Nordamerika's hatte bislang zur Messung ihrer Grundlinien einen Apparat benutzt, der nach Angaben von Prof. Bache von Würdemann 1845 construirt worden war. Dieser, ein Compensationsapparat, ist im *Appendix 35* des *Coast-Survey-Report für 1854* beschrieben; die im Laufe der Zeit an demselben angebrachten Aenderungen finden sich im *Appendix 12* des *Reports für 1873* angegeben.[2]) Mit diesem Apparat sind bis zum Jahre 1881 im östlichen Theile der Vereinigten Staaten dreizehn Grundlinien mit einer Gesammtlänge von 127 Kilometern gemessen worden. Als es sich aber um Messung von neuen Grundlinien im Westen des Landes, an der Küste des stillen Oceans und in der Gegend der *Rocky Mountains* handelte, hielt man es nicht für rathsam, den complicirten und subtil gebauten älteren Apparat dem weiten Transport auszusetzen, sondern beschloss, einen neuen anzufertigen, mit dessen Construction der Assistent C. A. Schott beauftragt wurde. Die an den neuen Apparat gestellten Anforderungen waren folgende: Seine Genauigkeit sollte derjenigen des älteren gleich sein; er sollte bei leichter Handhabung ein schnelles Messen gestatten, auch bei etwas grösseren Terrainunterschieden functioniren können, — der

[1]) Vergl. diese Zeitschrift 1884 S. 250. 1885 S 31. — [2]) Der im Augusthefte dieser Zeitschrift begonnene Aufsatz über Basisapparate und Basismessungen wird in seiner Fortsetzung auch diesen Apparat eingehender besprechen. D. Red.

ältere Apparat gestattete nur eine sehr geringe Neigung der Messstangen, so dass die Strecke in der Regel einer besonderen Zurichtung bedurfte, — sollte ferner leicht transportfähig sein und möglichst wenig Herstellungskosten verursachen. Ein auf der Grundlage dieser Anforderungen von Schott construirter Apparat wurde vom Mechaniker der *Coast Survey* Herrn Suess in Zeit von 4½ Monaten ausgeführt, sofort in's Feld geschickt und zur Messung der Yolo-Basis benutzt. Wenn geringe Anfertigungskosten wesentliche Bedingung eines Basisapparates wären, so dürfte der vorliegende Apparat einer der ersten seiner Gattung sein; ob aber der Apparat allen anderen Bedingungen entspricht, die man an moderne Basisapparate zu stellen berechtigt ist, mag der Leser aus der folgenden Beschreibung ersehen. Charakteristisch für die allzuschnelle Art der Ausführung ist der Umstand, dass bei der Anwendung im Felde wesentliche Verbesserungen angebracht werden mussten, die daheim zweckentsprechender hergestellt worden wären. — Eine detaillirte Beschreibung findet sich in unserer Quelle nicht, der Text enthält nur eine Skizze des Apparates, dagegen sind zahlreiche Zeichnungen beigegeben, welche zwar in Grössenverhältnissen ausgeführt sind, die ein directes Abgreifen der Maasse gestatten, jedoch an Uebersichtlichkeit und Correctheit viel zu wünschen übrig lassen und theilweise schwer verständlich sind. Dies Verfahren dürfte sich für wissenschaftliche Publicationen doch nicht recht empfehlen: erstens ist es nicht eines jeden Gelehrten Sache, Zeichnungen zu lesen und zweitens interessirt nicht allein der Umstand, wie die Construction ist, sondern auch warum die eine oder andere Aenderung gegen frühere Constructionen beliebt wurde.

Was den allgemeinen Typus des Apparates betrifft, so ist derselbe, wie der ältere, ein Compensationsapparat mit Messstangen von 5 m Länge; die Methode der Compensation wurde mit Rücksicht auf die beträchtlichen Temperaturschwankungen in den Gegenden, wo gearbeitet werden sollte, gewählt. Die Stäbe des Compensations-Systems sind entsprechend fest mit einander verbunden, während beim älteren Apparate die Compensation durch Hebelübertragung bewirkt wurde. Die Messung geschieht durch directen Contact der Stäbe. Gehen wir jetzt zur Beschreibung der einzelnen Theile des Apparates über:

1. Die Messstangen: Die beiden Messstangen, wie schon erwähnt, 5 m lang, bestehen aus einer Combination von einem Zink- und zwei Stahlstäben, deren Anordnung aus Fig. 1 ersichtlich ist; der mittlere Stab ist der Zinkstab und ihm zur Seite liegen die beiden Stahlstäbe; die drei Stäbe sind an den Ansatzenden *c* und *d* mit einander vernietet; den Contact zwischen Zink und Stahl vermitteln in nicht näher angegebener Weise kleine Messingstücke, deren Gesammtlänge 0,16 m beträgt. Die Längenverhältnisse der drei Stäbe sind so gewählt, dass der grösseren Ausdehnung der Zinkstangen in der einen Richtung durch die Ausdehnung der im Verhältniss zu ihrem geringeren Ausdehnungsvermögen grösseren Stahlstangen in der entgegengesetzten Richtung begegnet wird, so dass die Enden *a* und *b* der Messstangen für die verschiedenen Temperaturen eine constante Entfernung von einander haben. Soll dies erreicht werden, so muss die Ausdehnung der beiden Metalle innerhalb der Temperaturgrenzen, in denen der Stab zur Anwendung kommt, der Temperatur proportional erfolgen, ferner wird vorausgesetzt, dass die für diese Grenzen bestimmten Ausdehnungscoefficienten constant sind und dass beide Metalle stets gleiche Temperatur haben. Um letztere Bedingung so weit es praktisch möglich ist, zu erfüllen, sind die Querschnitte der Stäbe der specifischen Wärme der Metalle umgekehrt proportional gewählt worden; bei der Wahl der Dicke der Stangen ist auf die Wärmeleitungsfähigkeit Rücksicht genommen und endlich hat man, um gleiche Wärmeabsorption zu erzielen, den Stäben möglichst gleiche Oberflächen gegeben.

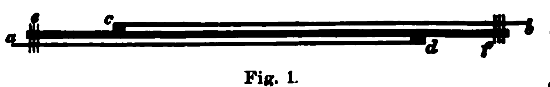


Fig. 1.

Als beste Dimensionen der Querschnitte ergaben sich hiernach für den Zinkstab 25 zu 6,2, für die Stahlstäbe 23 zu 5,5 Millimeter. Die zur Compensation erforderliche Länge der Stäbe findet sich aus folgenden Relationen: Bezeichnet man mit s die Länge der Stahlstangen, mit z die des Zinkstabes, berücksichtigt man ferner die beiden Messingstücke von zusammen 0,16 m an den Enden des Zinkstabes und nennt α, β und γ die Ausdehnungscoefficienten bezw. des Stahls, Zinks und Messings, so hat man als Bedingungsgleichungen:

$$2s - z + 0{,}16 = 5$$
$$2s\,\alpha - z\beta + 0{,}16\,\gamma = 0.$$

Für $\alpha = 11{,}81$, $\beta = 32{,}08$, $\gamma = 18{,}00\,\mu$ (die Werthe sind die Reductionen der im Original für Fahrenheitgrade angegebenen Coefficienten auf Centesimalgrade) erhält man als Länge der Stahlstangen $s = 3{,}90$ m, als Länge der Zinkstange $z = 2{,}96$ m. Da eine Zinkstange von solcher Länge (wohl nur wegen der Eile der Anfertigung) schwer zu beschaffen war, so wurde der Stab aus zwei Theilen, die zusammengeblattet und mit einander vernietet wurden, zusammengesetzt. — In dieser Weise hat man die Messstangen als Compensationsstäbe eingerichtet; da man aber eine vollständige Compensation mit Recht nicht erwartete, hat man die Einrichtung getroffen, dass die Stäbe zugleich als Metallthermometer functioniren können. Zu diesem Zwecke ist der Zinkstab (vgl. Fig. 1) über die Befestigungsstellen c und d hinaus bis nahe an das Ende der Stahlstäbe verlängert, so dass als effective für die Ausdehnungsdifferenzen in Betracht kommende Längen 3,802 bezw. 3,808 m anzusehen sind; bei e und f sind Scalen angebracht, welche in Viertelmillimeter getheilt sind und eine Genauigkeit von 0,01 mm erlauben, was einer Temperaturänderung von $0^0{,}25$ C. entspricht. Die Ablesungen der beiden Scalen controliren sich gegenseitig, und lassen erkennen, ob in beiden Hälften der Stäbe gleiche Temperatur herrscht oder nicht. — Da man aber auch, wie es scheint, dem Functioniren der Stäbe als Metallthermometer nicht recht traute, so sind in gleicher Höhe mit der Messstange (in nicht recht ersichtlicher Weise) noch Quecksilberthermometer angebracht worden, um die Messstangen gleichsam als monometallische gebrauchen zu können. — Die Messstangen repräsentiren also in sich die drei Haupttypen, Compensationsstangen, Metallthermometer und monometallische Stäbe. Was die erstere Bestimmung der Stäbe betrifft, so dürfte, selbst wenn man das Princip der Compensation bei Basisstäben nicht absolut verwirft, die Verwendung des Zinks ernste Bedenken erregen. Der Constructeur des Apparates Herr Schott beruft sich, um die Wahl des Zinks zu rechtfertigen, auf Bessel's Vorgang. Zunächst hat nun gerade an Bessel's Zinkstäben General Baeyer die Veränderlichkeit der Ausdehnungscoefficienten des Zinks festgestellt, sodann ist durch die Arbeiten Comstock's (vgl. diese Zeitschr. 1881 S. 346) eine noch viel schlimmere Eigenschaft des Zinks nachgewiesen, die nämlich, dass es bei derselben Temperatur nicht immer dieselbe Länge hat, so dass eine Verwendung dieses Metalls zu geodätischen Zwecken eigentlich ausgeschlossen sein sollte. Dasselbe Bedenken steht auch der Anwendung der Stäbe als Metallthermometer entgegen, nur kommt noch hinzu, dass die Ablesung der Scalen nicht genau genug ist; was endlich die dritte Verwendbarkeit der Messstangen anbetrifft, so scheinen die Thermometer nicht so angebracht zu sein, dass eine rationelle Temperaturbestimmung verbürgt ist. — Die so combinirte Messstange ruht auf Rollen, die in aequidistanten Entfernungen auf der Horizontalplatte einer T-förmigen Eisenschiene befestigt sind. Der ganze Apparat ist in einem Holzkasten von 85 mm Breite und 145 mm Höhe des Querschnittes befestigt. Durch zwei mit Glasscheiben bedeckte Oeffnungen des Kastens werden die Scalen und Thermometer abgelesen. Eine am hinteren Ende jeder Messstange angebrachte secundäre Compensation soll weiter unten besprochen werden.

2. Der Hilfsstab: Um Bruchtheile einer Stangenlänge messen zu können, bedient man sich eines Maassstabes von 3,225 m Länge. Eine Latte aus weissem Cederholz, Querschnitt 50 zu 113 mm, ist der Länge nach aufgeschnitten, die eine Hälfte um 180° gedreht und dann beide Theile fest mit einander verbunden; in eine Kante dieser Latte ist ein Stahlstab von 12 mm quadratischem Querschnitte eingepasst. Derselbe ist auf eine Länge von 3 Metern getheilt; längs der Theilung ist ein Nonius mittels Mikrometerschraube verschiebbar. Ist nun ein Bruchtheil einer Stangenlänge, z. B. am Endpunkte einer Basis, zu bestimmen, so wird der Nullpunkt des Hilfsstabes senkrecht über den unterirdischen Endpunkt gebracht, der Nonius verschoben, bis sein Nullpunkt sich senkrecht unter dem Ende der letzten Messstange befindet, und dann abgelesen; die Lothung des Nullpunktes des Hilfsstabes über dem Endpunkt der Basis, geschieht mittels eines seitlich aufgestellten Theodoliten.

3. Die Contactvorrichtung: Während die Contactmessung bei Basisapparaten gegenwärtig durchweg verworfen wird und an ihre Stelle die optische Messung getreten ist, hat man im Interesse der Schnelligkeit der Messung bei dem vorliegenden Apparate doch wieder das Princip der Contactmessung adoptirt. Man ist jedoch von der complicirten Vorrichtung des älteren Apparates abgegangen und hat den sogenannten Mudge-Contact[1]) angenommen, der bei dem zur Messung von Grundlinien zweiten Ranges dienenden Basisapparat der *Coast Survey* functionirte. Die Einrichtung ist folgende:

Das vordere Ende der Messstange endet in einen Stahlcylinder, der senkrecht zu seiner Axe abgeschnitten ist. Das hintere Ende, welches die eigentliche Contactvorrichtung, Fig. 2, enthält, endet in einen ausgebohrten Stahlcylinder *a*, über welchem ein hohler Cylinder, die Hülse *h* gleitet; dieselbe ist durch eine in der Bohrung des Kernstückes angebrachte Spiralfeder mit dem Kernstücke verbunden. Am hinteren freien Ende der Hülse befindet sich das den Contact bewirkende, in eine horizontale Schneide auslaufende Achatstück *c*; beim Contact legt sich also eine horizontale Schneide gegen eine ebene Fläche. Das Kernstück trägt auf seiner oberen Fläche einen prismatischen Ansatz *b*, welcher sich in einem entsprechenden Ausschnitte der Hülse bewegt, so dass die auf dem Ansatze und der Hülse angebrachten Indices in einer Fläche liegen: als Indices dienen je drei parallele Striche; die Abstände der äusseren Striche vom Mittelstriche sind auf dem Ansatze und der Hülse verschieden, wodurch die Einstellung an Schärfe gewinnen soll. Bei der Messung wird die vordere Stange sehr nahe an die hintere herangebracht. Soll sodann der Contact bewirkt werden, so wird durch successive Bewegung der Contactschraube *S* die vordere Stange so lange bewegt, bis die Achatschneide der vorderen Stange sich gegen das vordere Anstossende der hinteren Stange anlegt und die Mittelstriche der Indices in Coincidenz sind; letzteres wird mittels Lupe beobachtet. Die Spannung der Spiralfeder innerhalb des Kernstückes ist etwas grösser als erforderlich, um die Reibung zwischen den Gleitflächen zu überwinden. Eine zweite Spiralfeder, welche die Messstange gegen die dieselbe stützende T-Schiene festhält, wirkt der Bewegung der Contactschraube entgegen. Der Contactvorrichtung ist noch ein drehbarer Ring *s* zugefügt, durch welchen die Hülse gegen das Kernstück in der normalen Lage festgehalten wird, wenn die Messstange zur Etalonnirung auf den (Fühlhebel-) Compa-

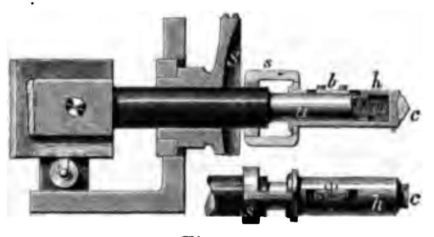


Fig.

[1]) Dieser Contact ist eine Modification der von General Roy im Jahre 1784 bei seinen Glasstäben angewandten Vorrichtung. Die Nachtheile der Contactmessung waren schon General Roy wohl bekannt; er hielt die Coincidenzmessung im Princip für besser, wandte sie jedoch wegen der mit ihr verbundenen Langsamkeit der Messung nicht an. D. Red.

rator gebracht wird. — Die Contactschraube zur Bewegung der Messstäbe in der Richtung der Basislinie greift an der Endfläche der schon erwähnten Compensationsvorrichtung an. Sind die Messstangen bei der Messung in ihre normale Lage und die Endflächen mit einander in Contact gebracht, so wird die hintere Messstange weggenommen, um vorn wieder angelegt zu werden; es muss dann Sorge getragen werden, dass die nunmehr die hintere gewordene Stange ihre Stellung während der Dauer der folgenden Lage unverändert beibehält oder vielmehr, das hintere Ende der Stange muss gegen einen festen Punkt in constanter Entfernung gehalten werden. Als fester Punkt ist die Auflage des Stabes auf dem hinteren Dreifusse gewählt worden. Hier ist folgende Compensationsvorrichtung angebracht worden. Mit dem Lager der Messstäbe, der eisernen ⊤-Schiene, ist zu beiden Seiten derselben je ein Zinkstab von 50 cm Länge verbunden und mit diesen wieder je ein etwas grösserer Eisenstab, derart, dass die Ausdehnungen der Eisenstangen in der einen Richtung durch die Ausdehnung der Zinkstangen compensirt werden. Ist *c*, Fig. 3, der hintere Auflagepunkt der Messstäbe, und *b* die Verbindung der Endflächen der beiden Eisenstäbe, so soll also die Entfernung *c b* durch den Einfluss der Compensation constant bleiben. Gegen die hinteren Flächen der beiden Eisenstäbe, welche vermuthlich durch eine Metallplatte mit einander verbunden sind, drückt die Metallschraube. Die Compensation erstreckt sich also nicht ganz bis zur hinteren Endfläche der Messstange. Die Contactvorrichtung ist nicht in Betracht gezogen; ob der hierin liegende Fehler bei der Berechnung der Länge der Grundlinie berücksichtigt worden ist, geht aus der vorliegenden Publication nicht hervor.

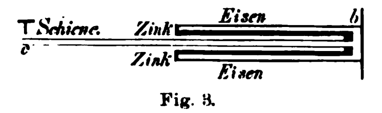
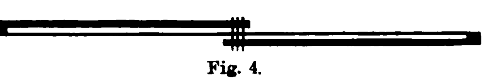


Fig. 3.

4. Die Etalons: Zur Bestimmung der Länge der Messstangen dienen zwei Normalstäbe von je 5 m Länge, von denen der eine im Bureau der *Coast Survey* aufbewahrt wird, während der andere den Apparat im Felde begleitet. Beide Stäbe sind von gleicher Construction und bestehen aus einem Stahlstab von 5 m Länge, an dessen Enden in der aus Fig. 4 ersichtlichen Anordnung zwei Zinkstäbe von 2,49 m Länge angenietet sind; die Querschnitte des Stahlstabes sind 21,5 zu 5 mm, die der Zinkstäbe 25 zu 6 mm. In der Mitte der Etalons sind Scalen von derselben Einrichtung wie bei den Messstangen angebracht, mittels derer die Normalstäbe Metallthermometer bilden. Die Länge jeder Stange wird durch Stöpsel aus Hartstahl von 2,5 mm Durchmesser, welche um 1 mm gegen die Stangenenden vorspringen, bestimmt. Die Stäbe ruhen auf Rollen, der Stahlstab auf 16, die Zinkstäbe auf je 8 gesonderten, die aber mit denen des Stahlstabes gleiche Axen haben. Die Rollen sind in gleichen Entfernungen auf einer eisernen ⊤-Schiene befestigt und das Ganze wird, in derselben Weise wie bei den Maassstäben, von einem Holzkasten aufgenommen. Die Länge der Etalons beruht auf dem eisernen *Committee-Meter*, (vgl. über dieses die Notiz im diesjährigen Januarhefte dieser Zeitschrift S. 31). Mittels desselben und eines Bessel-Repsold'schen Fühlhebel-Comparators wurden zunächst fünf Stahlmeter, an den Enden mit Platin-Iridium-Cylindern versehen, bestimmt. Sodann wurden mit diesen letzteren die Längen der Etalons und ihre Ausdehnungs-Coefficienten ermittelt. Auf die Details aller dieser Operationen kann hier nicht näher eingegangen werden.


Fig. 4.

Die Messstangen wurden im Laboratorium nicht genau etalonnirt, sondern nur nahezu auf die Länge von 5 m gebracht. Die genaue Länge, mit welcher in die Reduction der Basis eingegangen wird, sollte im Terrain mittels eines von Fauth construirten Fühlhebel-Comparators bestimmt werden. Hierzu waren an den Endpunkten und in der Mitte der Basislinie Steinpfeiler errichtet worden. Bald aber zeigte sich eine tägliche Bestimmung der Stäbe nöthig; zu diesem Zwecke wurde ein tragbarer Comparator

construirt. An den Enden eines starken Holzbalkens, welcher auf zwei gewöhnlichen Böcken aufliegt, wurden die beiden Theile eines Fühlhebel-Comparators befestigt; die beiden Böcke trugen gleichzeitig die Unterlagen für Messstäbe und Etalon, die stets gleichzeitig auf dem Comparator lagen. Die Stäbe wurden abends auf den Comparator gebracht, blieben über Nacht liegen und wurden am nächsten Morgen mit einander verglichen. Die Vergleichungen geschahen unter der Annahme, dass während der Dauer derselben die gegenseitige Entfernung der Comparatortheile sich nicht änderte. Diese Annahme ist aber bei dem unsicheren Verhalten des Holzes gegen Wärme und Feuchtigkeitseinflüsse nicht ganz zulässig; man darf daher auf die Mittheilung der Messungsergebnisse gespannt sein.

5. Die Hilfsapparate: a. Stative: Jede Messstange ruht auf zwei hölzernen Dreifüssen, die gleichweit vom Ende der Stange, je $\frac{5}{\sqrt{3}} = 2{,}88$ m, entfernt stehen. In ihrem unteren Theile unterscheiden sich dieselben von den gewöhnlichen Stativen nicht; die Füsse enden in Eisenspitzen, welche bei der Aufstellung in die conischen Löcher der eisernen Unterlagsplatten zu stehen kommen; jeder Fuss hat seine besondere, dreieckige Platte; dieselben, 5 kg schwer, werden mittels Stahldornen im Boden befestigt. Auf der Kopfplatte des Statives ist zunächst ein Rahmen zur Aufnahme der Messstange aufgeschraubt. Um letztere heben und senken zu können, bedient man sich eines Keils in der aus Fig. 5 ersichtlichen Weise. In der gewünschten Höhenlage wird dann der Unterlagsriegel der Messstange festgeklemmt. Die Stangen ruhen auf dem vorderen Dreifuss auf Rollen und sind auf denselben verschiebbar; auf dem hinteren Dreifusse ist eine eigenthümliche Lagerung angebracht, theils um der Aufstellung des Stativs gewissen Spielraum zu lassen, theils aber um einen festen Punkt, als Ausgangspunkt der oben beschriebenen secundären Compensation zu haben.


Fig. 5.

Auf dem Dreifuss ist ein Prisma p mit horizontaler Schneide angebracht; dieser entspricht eine unten am Stangenkasten angebrachte geriefelte Metallplatte q, deren Einschnitte etwa 2 mm von einander entfernt sind; je nach der Aufstellung des Dreifusses ruht nun die Messstange mit einem der Einschnitte auf der horizontalen Schneide des Prismas; letzteres ist um eine verticale Axe drehbar, damit auch bei etwas fehlerhafter Aufstellung des Dreifusses die Einschnitte auf der horizontalen Schneide lagern können. Die Feinbewegung der Messstange in der Richtung senkrecht zur Basis sollte zuerst mittels Hand erfolgen; nach den ersten Versuchen im Terrain wurde aber eine sehr primitive mikrometrische Bewegung angebracht. Eine Schraube ohne Ende r ist auf dem Stativ so gelagert, dass sie nur an ihrem einen Ende festgehalten wird, während der übrige Theil um dies Lager als Drehaxe gehoben und gesenkt werden kann; der Schraube entspricht eine unten am Stangenkasten unter dem Steigungswinkel des Gewindes angebrachte Schneide s. Soll also eine feine seitliche Bewegung der Messstange erfolgen, so wird die Schraube angehoben, bis das Gewinde in die Schneide greift und nun die Stange seitlich verschoben werden kann. — b. Die Alignementsfernrohre: Zum Einrichten der Messstangen in

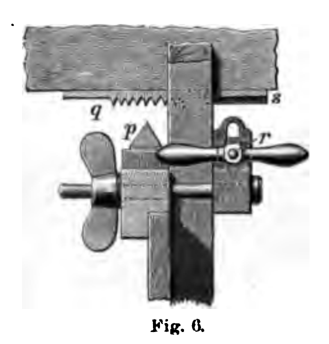


Fig. 6.

die Basislinie ist am vorderen Ende jedes Stabes, in einem gabelförmigen Rahmen gelagert, ein um eine horizontale Axe drehbares Fernrohr angebracht. Der Fuss des Rahmens gleitet auf einem zur Axe des Stabes concentrischen Bogen; die Umdrehungsaxe des Fernrohrs wird mittels eines kleinen Niveaus horizontal gestellt und dann der Rahmen auf dem Gleitstück festgeklemmt. In azimuthalem Sinne sollte das Fernrohr ursprünglich nur mit der Hand bewegt und in der richtigen Lage durch eine Klemmschraube festgehalten werden; im Terrain zeigte sich dies aber natürlich als unausführbar, wenigstens zu sehr zeitraubend und es wurde die Anordnung getroffen, dass diese Bewegung durch zwei entgegengesetzte Druckschrauben bewirkt werden konnte. — c. Der Niveausector: Zur Bestimmung der Neigung der Messstangen diente ein Niveausector der bekannten Construction, ein mittels Höhenschraube verstellbares Niveau, das vor einem getheilten Bogen vorbeibewegt wird. — d. Der Ablothungsapparat: Wenn am Schlusse der Tagesarbeit oder bei Unterbrechung der Messung das letzte Stangenende auf die Bodenmarke, eine Granitplatte mit eingelassenem Messingbolzen, heruntergelothet werden sollte, so bediente man sich hierzu eines seitlich, in sechs bis sieben Meter senkrecht vom Stangenende und in halber Höhe zwischen Stange und Bodenmarke aufgestellten Theodoliten; letztere Anordnung sollte ermöglichen, sowohl Stangenende als Bodenmarke mit derselben Focalstellung des Fernrohrs anvisiren zu können. Die Lage des Fixpunktes zum Stangenende wurde mittels einer auf die Marke aufgelegten Elfenbeinscale ermittelt. — e. Das Beobachtungszelt: Die Messung geschah unter einem leicht zerlegbaren mit Leinewand gedeckten Zelt; dasselbe ruhte auf Rädern und konnte von zwei bis drei Mann leicht bewegt werden. Nachts wurden die Räder abgenommen und das Zelt ruhte unmittelbar auf dem Boden.

Das Bild des vorstehend beschriebenen Basisapparates dürfte der Vorstellung, welche man von einem modernen Apparat dieser Art hat, nicht ganz entsprechen. Ein abschliessendes Urtheil wird man indess verschieben müssen, bis die Reduction der mit dem Apparate im Jahre 1882 in Californien gemessenen Yolo-Basis vorliegt. An Schnelligkeit der Messung übertrifft der Apparat alle bekannten Basisapparate. Nach den von Davidson, dem Leiter der Messung gemachten Mittheilungen ist die Basis von 17586,5 m Länge bei der ersten Messung in 20, bei der zweiten in 18 Tagen gemessen; eine dritte Theilmessung, etwa der Hälfte der Linie, ging in 8 Tagen vor sich. Im Durchschnitte wurden in einem Tage bei der ersten Messung 175, bei der zweiten 194, bei der dritten 187 Stangen gelegt; die durchschnittliche Stangenzahl pro Stunde betrug bezw. 28, 37, 43; die höchste tägliche Stangenzahl war 271, 276, 324, die höchste stündliche Zahl 42, 49, 57. — Welche Resultate dieser enormen Geschwindigkeit entsprechen, werden wir in einer späteren Besprechung mittheilen. *Wr.*

Neue Anwendungen des Nitrometers.

Von G. Lunge. *Chemische Industrie. 1885. No. 6.*

Das Nitrometer kann sehr bequem als Absorptiometer benutzt werden. Die Grösse der Absorption wird je nach den Umständen durch Messung der Verringerung des Gasvolumens oder durch Analyse der Absorptionsflüssigkeit festgestellt. Ferner kann es als Reductionsapparat für Gasvolumina (auf Normaldruck und -Temperatur) dienen; es unterscheidet sich dann nur ganz unwesentlich von einem der von Kreussler hierfür angegebenen Apparate. Zu diesem Zweck wird das getheilte Rohr eines Nitrometers für Salpeteranalysen mit einer Luftmenge ein für allemal gefüllt, welche bei 0° und 760 mm Druck genau 100 ccm einnehmen würde. Das bei der Analyse gefundene Gasvolumen ist dann einfach durch das am Nitrometer abgelesene Luftvolumen zu dividiren. Der Dreiweghahn kann hierbei durch einen einfachen Glashahn ersetzt werden. Auch die quantitative Analyse vieler Körper, welche glatt in gasförmige Zersetzungsproducte überführbar

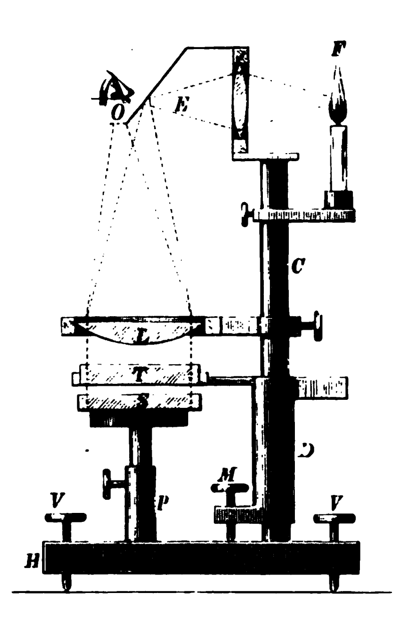
sind (Wasserstoffhyperoxyd, Ammoniumverbindungen, Harnstoff, Carbonate, Oxalsäure u. s. w.) lässt sich leicht ausführen, wenn man mit der seitlichen Bohrung am Nitrometer ein 50 ccm haltendes, starkwandiges Erlenmeyer'sches Kölbchen mittels eines kurzen dickwandigen Kautschukschlauchs, Knierohres und Kautschukstopfens derart in Verbindung bringt, dass das Kölbchen frei hängt und sich leicht hin und her bewegen lässt. In dem Kölbchen befindet sich ein unten geschlossenes, 5 ccm haltendes Glasröhrchen. Statt des Kolbens kann auch die zum Knop'schen Azotometer gehörige Flasche mit angeschmolzenem Röhrchen angewendet werden. Verf. lässt das Röhrchen nicht in der Mitte des Bodens, sondern etwas auf die Seite gerückt anbringen. In dieser Weise kann man auch den Titer von Normallösungen prüfen und die Austreibung und Analyse der in einem Wasser gelösten Gase bewerkstelligen. Für andere Gasanalysen (besonders die der Rauchgase) kann das Nitrometer ebenfalls angewendet werden. Verf. schlägt vor, das Nitrometer in vier Formen anzufertigen: 1. das gewöhnliche Nitrometer mit Theilung bis zu 50 ccm; 2. das Nitrometer für Salpeteranalysen mit kugelförmiger Erweiterung und Theilung von 100 bis 140 ccm; 3. das Nitrometer zur Bestimmung der Kohlensäure und des Sauerstoffs in Rauchgasen mit Theilung von 60 bis 100 ccm; 4. das Instrument zur Reduction der Gasvolumina mit Theilung von 100 bis 140 ccm und mit einfachem Hahn statt des Dreiweghahnes. In dem uns vorliegenden Sonderabdruck ist noch handschriftlich als fünfte Modification das Urometer mit Theilung bis 30 ccm hinzugefügt. *Wgsch.*

Apparat zur Prüfung der Krümmung von Oberflächen und der Brechbarkeit von Linsen.

Von L. Laurent. *Compt. Rend.* ***100.*** *S. 903.*

Die Mittheilung schliesst sich an die frühere desselben Verfassers über Apparate zur Prüfung ebener Oberflächen an, (*Compt. Rend.* ***96*** *S. 1035*), über welche seiner Zeit in dieser Zeitschrift (1883 S. 292) berichtet worden ist.

Der von Laurent neuerdings angewandte Apparat ist mit geringen Modificationen der früher beschriebene und in Fig. 1 a. a. O. abgebildete; zur Bequemlichkeit der Leser drucken wir nebenstehend die Figur noch einmal ab. An Stelle des Papierschirms *E* verwendet Verf. jetzt ein Beleuchtungsocular mit einem das halbe Gesichtsfeld verdeckenden Reflexionsprisma.



Zur Prüfung convergenter Systeme, Objectivlinsen verfährt nun Laurent genau so, wie auch Prof. Lommel (diese Zeitschr. 1885 S. 124) vorgeschlagen hat. Die zur Prüfung ebener Flächen früher nöthige Normalplatte *T* fällt weg, *S* muss ein guter vollkommen ebener Spiegel sein, bei *L* wird die zu untersuchende Linse eingelegt. Die Säule *C* trägt eine Theilung, auf welcher ein mit dem Träger von *L* verbundener Vernier spielt. Die Methode der Beobachtung ist die von Lommel angegebene. Man verschiebt *L* so lange, bis das Bild der Licht gebenden Prismenfläche in dem freien Theile des Gesichtsfelds erscheint. Um die Empfindlichkeit zu erhöhen, versilbert Laurent die untere Prismenfläche und reisst mit der Theilmaschine ein quadratisches Liniennetz in den Silberüberzug. Erscheint das Bild des Netzes scharf in der Pointirungsebene, so fällt der Brennpunkt des Systems auch in dieselbe. Man kann daher aus der Stellung des Verniers gegen die Scale und aus der Lage der Linse gegen den

sie tragenden Rahmen unmittelbar den Abstand des Brennpunkts der Linse von einem ihrer Scheitel ableiten. (Die Brennweite des Systems erhält man auf diese Weise selbstverständlich nicht. Es dürfte dies wohl nur eine Ungenauigkeit der Ausdrucksweise von Laurent und Lommel sein. Die Brennweite hat dem Wesen nach gar nichts mit dem so erhaltenen Abstande zu thun; nur zufällig ist sie bei einfachen Linsen oder ähnlichen Systemen nicht viel verschieden von dem Brennpunktsabstand, (der Vereinigungsweite, wie sie von Dr. A. Steinheil genannt wird). Zu diesem Zweck, die Vereinigungsweite zu messen, würde der Apparat ganz geeignet sein, wenn nicht in der Anwendung eines ebenen Spiegels eine unvermeidliche Gefahr läge. Eine geringe Sphäricität des Spiegels, die bei grösseren Dimensionen immer anzunehmen ist, bringt einen Fehler in die Messung, der grösser ist, als dass ein Ablesemittel von der Genauigkeit des Nonius anzuwenden, noch einen Sinn haben könnte. Laurent will aus Einstellungsdifferenzen Flächenfehler (doch höchstens Zonen) erkennen, ferner er sowohl wie Lommel unter Anwendung verschiedenfarbigen Lichts auch chromatische Fehler der Linse. Dem gegenüber muss aber bemerkt werden, dass nur ganz grobe Fehler auf diese Art erkenntlich werden; für die Praxis, etwa zur Correction eines Systems, ist daher die vorgeschlagene Methode ganz bedeutungslos. Die Praxis bedarf viel empfindlicherer Proben und verfügt auch über solche.

Um die Krümmung eines Hohlspiegels zu messen, wird dieser an die Stelle von *L* gelegt, dieselbe Einstellung ausgeführt wie vorher und die Stellung des Index an der Säule *C* abgelesen. Danach wird das Ocular durch eine Spitze ersetzt, die genau bis in die Pointirungsebene des Oculars reicht und nun der Spiegel bis zur Berührung mit der Spitze herangeschoben. Die Differenz der jetzt zu machenden Ablesung gegen die vorige ergiebt geradezu den Krümmungshalbmesser des Spiegels.

Zur Prüfung divergenter Systeme (Zerstreuungslinsen und Convexspiegel) wird die Säule *C* durch ein Ansatzstück um 40 cm verlängert. In die Mitte zwischen *S* und *O* bringt Verf. ein Collectivsystem *K*, dessen Hauptpunkte zweiter Art (nicht Brennpunkte, wie im Original steht) bezw. in die Ebenen *O* und *S* fallen. Ein Bild des Silbernetzes *O* wird dann durch *K* gerade in *S* entworfen, dieses Bild rückwärts wieder in das Netz selber hinein abgebildet, sodass man durch das Ocular hindurch nichts von dem Netze sehen kann. Bringt man aber zwischen *K* und *S* ein divergentes System *L*, so erscheint ein Bild des Netzes im Gesichtsfeld. Dieses Bild ist scharf, wenn der untere Brennpunkt von *L*, oder — wenn *L* ein Convexspiegel ist — der Mittelpunkt von *L* genau in die Ebene *S* fällt. Man kann daher wieder an der Theilung den Brennpunktsabstand bezw. Radius des Systems *L* ablesen. Mit der Prüfung der Qualität des Systems hat es hier dieselbe Bewandtniss wie vorhin.

Die Anwendung auf cylindrische Linsen und Flächen liegt nahe. Diese geben von dem Netze bei *O* kein vollkommenes Bild, sondern ein System von hellen und dunkeln Linien, welche nur dann einander parallel und zugleich scharf contourirt sind, wenn die richtige Stellung des Systems der Höhe nach erreicht ist und jene Linien zugleich der Cylinderaxe parallel sind. Die Drehung des Trägers von *L* um die verticale Axe giebt daher ein Mittel zur Orientirung der Axe des cylindrischen Systems. Dies kann nach der Angabe des Verfassers beim Fassen von cylindrischen Brillengläsern (zur Correction von astigmatischen Augenfehlern) Anwendung finden. Der Apparat gestattet Brennpunktsabstände, die seiner eigenen Länge gleich sind, zu bestimmen; schaltet man Linsen von bekannter Brennweite dazwischen, so ist er für jedes Anwendungsgebiet zu adaptiren. Nach der Meinung des Ref. wird er gerade zur Bestimmung von Brillengläsern recht dienlich sein können; wie nothwendig eine solche Controle der Brillenglasnummern ist, davon kann man sich zuweilen in der auffälligsten Weise überzeugen, wenn man Gläser derselben, einigermaassen scharfen Nummer, 7 z. B., von verschiedenen Firmen vergleicht. Die Unterschiede übertreffen oft eine volle Nummer. Auf diesen Punkt gedenkt Ref. demnächst zurückzukommen. *Cz.*

Das Spectro-Polarimeter.

Von E. v. Fleischl. *Repert. d. Phys.* ***21.*** *S. 323.*

Das Instrument gehört zu der grossen Zahl derjenigen, welche bestimmt sind, die Drehung der Polarisationsebene eines Lichtstrahls zu messen. Die beiden Lichtbündel, welche man im Soleil-Ventzke'schen Apparat ihrer Farbe nach vergleicht, werden hier durch ein geradsichtiges Spectroskop in zwei Spectren zerlegt, deren jedes einen dunklen Streifen zeigt an der Stelle, wo die Polarisationsebene des Lichts senkrecht steht zu der des Analysators. Indem man den letzteren dreht, kann man die beiden Streifen so stellen, dass der eine die Fortsetzung des anderen bildet. Der Betrag dieser Drehung giebt das Maass für die Drehung der Polarisationsebene des verdunkelten Lichtstrahls durch die eingeschaltete active Substanz. Die Lage dieses Lichtstrahls im Spectrum richtet sich nach der Dicke der angewandten Quarzdoppelplatte. Indem der Verf. diese zu 7,85 mm wählt, fixirt er die Nullstellung des Auslöschungsstreifens nahe der Spectrallinie F mit geringer Abweichung gegen G.

Der Verfasser giebt nicht an, welches Maass von Uebereinstimmung seine Versuche ergeben haben, und um wieviel sich darin sein Instrument „den übrigen für den gleichen Zweck sich eignenden Instrumenten so überlegen gezeigt hat.“ Auch scheint ihm unbekannt zu sein, dass schon 1869 (Bd. 137 der Poggendorff'schen Annalen S. 271) R. Lüdtge in einer Untersuchung „über den Einfluss mechanischer Veränderungen auf die magnetische Drehungsfähigkeit einiger Substanzen“ die gleiche Methode der Beobachtung angewandt und beschrieben hat (Dicke der Quarzplatte gleich 7,5 mm). Lüdtge hat jedoch — ebenso wie schon früher Referent, — davon abgesehen, diese Methode in die Praxis der Saccharimetrie einzuführen, da sich erwies, dass die Einstellung — wegen der unscharfen Begrenzung des Auslöschungsstreifens — mit ebenso grossen Fehlern verbunden war, wie bei dem Soleil-Ventzke'schen Apparat. Da aber letzterem in dieser Beziehung die neueren Halbschatten-Apparate wesentlich überlegen sind, so sind sie auch aller Wahrscheinlichkeit nach dem in Rede stehenden Spectro-Polarimeter ebensoweit überlegen. *Z.*

Quecksilberluftpumpe für Stickstoffbestimmungen nach Dumas.

Von W. Dabney jun. und B. v. Herff. *Chem. News* ***51.*** *S. 244 (aus dem American Chem. Journ.)*

Zur Evacuirung der Verbrennungsröhre bei Stickstoffbestimmungen nach der (modificirten) Dumas'schen Methode verwenden die Verfasser eine Quecksilberluftpumpe, welche gegenüber der Tollens'schen Abänderung der Bunsen'schen Wasserluftpumpe, abgesehen von unwesentlichen Details, nur Unterschiede aufweist, die eine nothwendige Folge der Anwendung des Quecksilbers sind und namentlich die Dimensionen des Apparates, sowie die Ersetzung des Wasserzuflusshahnes durch einen fest aufgestellten Quecksilberbehälter betreffen. Das untere Ende der Fallröhre ist mit einem Schiff'schen Azotometer verbunden. Bei der von den Verfassern durch eine Zeichnung erläuterten Anordnung sind zwei derartige Pumpen an einem gemeinsamen Stativ befestigt, sodass zwei Bestimmungen nebeneinander gemacht werden können. Auch das Quecksilberreservoir und der Behälter für das abfliessende Quecksilber sind beiden Pumpen gemeinsam.

Wgsch.

Optometer zur Prüfung von Refractionsfehlern.

Von A. Berteling. *Scient. Americ.* ***52.*** *S. 246.*

Um den Grad der Kurzsichtigkeit *(Myopie)*, Weitsichtigkeit *(Hypermetropie)* oder Unsymmetrie *(Astigmatismus)* eines Auges zu bestimmen, verfährt man auf Grund der

sorgfältigsten und ausgedehntesten Untersuchungen bekanntlich derart, dass man eine Tafel mit geeigneten Lettern in 6 m Entfernung aufstellt und nun bestimmt, mit welcher Art sphärischer oder cylindrischer Gläser das zu untersuchende Auge am deutlichsten die Zeichen auf der Tafel wahrnimmt und welche es etwa eben noch erkennt. Dies ergiebt den Refractionsfehler und die Sehschärfe.

Nach Verf. leidet dieses Verfahren an dem Mangel, dass dabei das Auge mittels der Brille nicht wirklich auf unendlich accomodirt wird, sondern auf die Entfernung von 6 Meter. Verf. hält daher die Methode zwar für theoretisch richtig (nach der eben angeführten Behauptung wäre sie es aber doch gerade nicht), und in ihren Resultaten befriedigend, glaubt aber eine gewisse Weitschweifigkeit derselben und Mangel an Eleganz hervorheben zu müssen und hofft diese Uebelstände mit seinem neuen *Optometer* beseitigen zu können. Dasselbe hat lediglich folgende Einrichtung: Die von der Probetafel ausgehenden Strahlen werden durch eine in unmittelbarer Nähe, etwa 0,3 m, aufgestellte achromatische Linse parallel gemacht und hinter diese Linse erst das Brillenglas gesetzt.

Die Voraussetzung des Verf. ist eine ganz falsche; das Auge soll gar nicht auf unendlich accomodiren, sondern eben auf 6 m; dieser Accomodationszustand ist als Normal ebenso berechtigt wie jener andere und praktisch im Vortheil. Wäre er es aber auch nicht, so könnte man sich jede dem Auge vorgehaltene Linse zerlegt denken in eine Convexlinse von der Brennweite 6 m und die entsprechende Ergänzung, mit anderen Worten, man würde nur die Bezeichnung der Brillennummern zu ändern haben. Aus guten Gründen geschieht dies aber nicht.

Um die Sehschärfe messen zu können, muss Verf. die Probelettern in demselben Verhältniss verkleinern, als die vorgestellte Lupe sie vergrössert. Diese Vergrösserung hängt aber von der Stellung des Auges ab. Hierin liegt eine gewisse Gefahr; die durch den Apparat gegebene Vermehrung der dioptrischen Medien ist ohnehin an sich bedenklich.

Der Augenarzt wird ferner einwenden, dass die jetzt übliche Methode gegen die in Rede stehende den Vorzug hat, die Verhältnisse des gewöhnlichen Sehens, bezw. des Sehens mit der zu verordnenden Brille wiederzugeben, keinen kostspieligen Apparat erfordert und in ihren Voraussetzungen richtiger ist als jene. Das Sehen mit zwei Augen lässt sich bei dem Optometer des Verf. überhaupt nicht bewerkstelligen.

Die Anordnung des ganzen Apparats, der Lettern auf einem drehbaren vierkantigen Pappkasten und der Gläser auf zwei drehbaren Scheiben ist eine recht hübsche. Praktischen Werth scheint uns aber nach dem Obigen das Instrument nicht zu haben.

Cz.

Optische Methode zur absoluten Messung kleiner Längen.

Von Macé de Lépinay. *Compt. Rend.* ***100****. S. 1377.*

Der Verfasser misst die ungefähr 4 mm betragende Dicke einer planparallelen Quarzplatte, parallel zur Axe geschnitten, durch Talbot'sche Linien; er lässt die Hälfte der auf ein Gitter (500 Linien pro 1 mm) fallenden Sonnenstrahlen durch die Platte gehen und beobachtet die Linien im dritten Spectrum der Gitterplatte. Er kann daraus unter Zugrundelegung der von Rudberg, Mascart, v. d. Willigen, Angström und Ditscheiner gefundenen Grössen für die Wellenlängen und für die Brechungsindices der verschiedenen Spectralstrahlen in dem ordentlichen und ausserordentlichen Strahl des Quarzes die Dicke der Platten mit einer Genauigkeit bis etwa 0,00003 mm bestimmen. Doch hängt dies sehr wesentlich von der Sicherheit der zu Grunde gelegten Grössen ab und erfordert noch eine Temperaturcorrection.

Auch umgekehrt versucht der Verfasser, die Wellenlänge des Strahls D_2 zu bestimmen aus den durch eine Quarzplatte von festgestellter Dicke bewirkten Talbot'schen

Streifen. Er findet 0,58884 mm, nach seiner Meinung sicher bis auf $^{1}/_{3000}$. Dieser Werth ist allerdings dem von Mascart (0,5888) und Angström (0,58889) gefundenen sehr nahe; doch beweist dies nicht, wie Verfasser behauptet, die Ungenauigkeit der von Ditscheiner (0,58910), — nicht wie im Original irrthümlich angegeben 0,58989 — und von v. d. Willigen (0,58926) gefundenen Werthe, da einestheils der Nachweis fehlt, wie weit die gemessene Dicke der Quarzplatte (6,0236 mm) genau war, und da anderntheils die Brechungsindices einmal nach Mascart angenommen worden waren. Nach Ansicht des Referenten wird die Bestimmung einer Wellenlänge am wenigsten Fehlerquellen haben, wenn sie im leeren oder doch höchstens im lufterfüllten Raum stattgefunden hat. *Z.*

Winkel's Mikrometerocular mit vertical beweglichem Mikrometer.
Von W. Behrens. *Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie 2. S. 41.*

Der Verfasser beschreibt in Kürze das Gundlach'sche und ein neues Winkel'sches Mikrometerocular. Bei dem ersteren ist das die Theilung tragende Glasplättchen in einem seitlichen Schlitz des Oculars in horizontaler Richtung verschiebbar. Dies soll den Vortheil gewähren, dass man die Mikrometertheilung mit der Hand auf das Object einstellen kann, während sonst das Umgekehrte geschehen muss. Hiergegen ist einzuwenden, dass eine derartige Einstellung der Theilung auf das Object bei einigermaassen erheblichen, ja schon bei ganz schwachen Vergrösserungen mit der groben in der Figur des Originals dargestellten Einrichtung ein reines Ding der Unmöglichkeit ist. Dazu wäre eine feine Mikrometerschraube unbedingt nöthig, womit man wieder auf das Schraubenmikrometer käme.

Für welche wissenschaftlichen Zwecke die Befestigung der Theilung in einem „Schlitz" genügend sicher, eine Sonderbewegung der Theilung aber erwünscht sein könnte, dürfte wohl schwer anzugeben sein.

Bei diesem Ocular und den meisten üblichen wird die Einstellung für verschiedene Augen dadurch bewirkt, dass die Ocularlinse der Theilung genähert (f. kurzsichtige) oder von ihr entfernt wird (f. weitsichtige Augen). Dies ist nach der Meinung des Verf. ein Uebelstand der betreffenden Oculare, da hierdurch die Vergrösserung geändert werde. Das Winkel'sche Ocular will dem Mangel abhelfen, indem es innerhalb des unverändert bleibenden Oculars die Theilung selbst durch eine Art Correctionsring vertical verschiebbar macht, so dass man bei ungeänderter Entfernung der beiden Ocularlinsen von einander die Theilung in die Lage bringen kann, in der sie am deutlichsten gesehen wird.

Dieser Einrichtung liegt jedoch ein offenbarer Irrthum zu Grunde. Ist das Ocular eingestellt für ein normalsichtiges Auge, so wird ein Kurzsichtiger, der es darauf benutzen will, die Theilung seinem Auge nähern müssen. Dann rückt aber die Theilung aus der Bildebene heraus und eine neue Einstellung des Objectivs wird nöthig, oder die Messung geschieht nicht in der richtigen Bildebene. In beiden Fällen ist das Bild, welches der zweite Beobachter dann misst, von anderer Grösse als das, welches der erste Beobachter gemessen hat; also gerade der Zweck, welcher erreicht werden sollte, ist verfehlt. Der Irrthum liegt darin, dass es gar nicht auf die Grösse des Netzhautbildes (Gesammtvergrösserung) ankommt, sondern auf die Objectivvergrösserung, wenn es sich um Mikrometermessungen handelt. Die Objectivvergrösserung aber hängt ab von der Lage des vom Objectiv entworfenen Bildes, der optischen Tubuslänge (S. *Dippel, das Mikroskop I.* § 105 S. 190), muss sich daher ändern mit der Lagenänderung des Bildes. Im Uebrigen bleibt auch die Gesammtvergrösserung bei Anwendung des Winkel'schen Oculars nicht constant erhalten. *Cz.*

Neu erschienene Bücher.

Die Fabrication des Aluminiums und der Alkalimetalle. Von Dr. St. Mierziński. Chemisch-technische Bibliothek, Band *121*. Mit 27 Abbildungen. Wien 1885. A. Hartleben. M. 2,00.

Nach einer kurzen Einleitung, in welcher die in der Natur vorkommenden Aluminiumverbindungen und die Geschichte der Aluminiumdarstellung besprochen werden, folgen acht Abschnitte über die Darstellung der Thonerde, des Chloraluminiums, der Alkalimetalle, des Aluminiums, über die elektrolytische Gewinnung des Aluminiums, über seine Eigenschaften und Anwendung, über Aluminiumlegirungen und endlich speciell über Aluminiumbronce. Der Stoff ist leicht verständlich und ziemlich vollständig, aber etwas weniger übersichtlich, als möglich wäre, dargestellt. Die Details der Fabrication und die Umstände, welche für den Erfolg des Betriebes wichtig sind, sind sorgfältig berücksichtigt. Der Abschnitt über die Darstellung der Alkalimetalle ist etwas kürzer gehalten als die übrigen und geht nur auf die Natriumgewinnung näher ein. Dass nicht alle Vorschläge, die bezüglich der Darstellung des Aluminiums, der Thonerde u. s. w. gemacht wurden, Aufnahme gefunden haben, entspricht dem Zwecke des Buches. Eine ausführlichere Behandlung der elektrolytischen Gewinnung des Aluminiums wäre wünschenswerth, kann aber billigerweise nicht erwartet werden, da das Büchlein jedenfalls geschrieben wurde, ehe diese Methode im Grossen praktisch ausgeführt wurde. Bei den Eigenschaften des Aluminiums wird auch seine Bearbeitung (Giessen, Plattirung, Löthen, Poliren u. s. w.) eingehend besprochen. Minder befriedigend sind die Anwendungen des Aluminiums dargestellt. Von den Abbildungen lassen einzelne bezüglich der Klarheit zu wünschen übrig. Zu bedauern ist, dass in einem auch für den Laien bestimmten Buche statt des Atomgewichts des Aluminiums das alte „Aequivalentgewicht“ angegeben ist, obwohl alle Formeln den modernen Ansichten entsprechend geschrieben sind, und dass Druckfehler wie Natron statt Natrium (S. 52) nicht vermieden worden sind. Leider ist auch an groben sprachlichen Verstössen kein Mangel. Einzelne nicht hineingehörende und obendrein unrichtige Betrachtungen (z. B. die über die Bedeutung des Thones für das Pflanzenleben) hätten wegbleiben können. In der Hauptsache entspricht aber das Buch recht gut seinem Zwecke.

Wysch.

Beiträge zur Kenntniss von Gauss' praktisch-geodätischen Arbeiten. Von Hauptmann Gaede. Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Vermessungsw. Karlsruhe, Malsch & Vogel.

Verfasser, welcher von Seiten der Kgl. Preuss. Landesaufnahme mit den Recognoscirungsarbeiten für die Neuvermessung Hannovers und der angrenzenden Landestheile betraut war und in dieser Eigenschaft die Spuren der Gauss'schen Messungen verfolgt hat, giebt an der Hand actenmässigen Materiales einen geschichtlichen Ueberblick über die hannoversche Gradmessung und die späteren Gauss'schen praktisch-geodätischen Arbeiten. Wenn auch die Gauss'che Gradmessung heute nur noch auf dem Papier vorhanden ist und nur historischen Werth in Anspruch nehmen kann, so wird doch jeder Geodät mit grossem Interesse die Entstehungsgeschichte dieser Arbeit und die vielen Schwierigkeiten, welche zu bekämpfen waren, lesen und mit Rücksicht auf den damaligen Zustand der Geodäsie es bewundern, dass Gauss mit geringen Mitteln so Grosses leisten konnte. Bemerkenswerth sind auch die Notizen, welche Verf. über Entstehung und ersten Gebrauch des Heliotropen giebt. — Den Gauss'schen Vermessungen stellt Verf. zum Schluss die neuen, theils vollendeten, theils in der Ausführung begriffenen Arbeiten der

Kgl. Preuss. Landesaufnahme in Hannover gegenüber und giebt einige kurze Mittheilungen über den wohl ausgearbeiteten Plan und die zielbewusste Art, nach welcher die trigonometrische Abtheilung dieser Behörde die wissenschaftliche und praktische Grundlage für die Detailvermessung des Landes giebt. *W.*

Ch. A. Vogler. Lehrbuch der praktischen Geometrie. 1. Th. Vorstudien und Feldmessen. Braunschweig, Vieweg & Sohn. M. 16,00.

A. Figuier. Note sur une nouvelle pile à gaz et l'action chimique de l'effluve électrique. 9 S. m. Taf. Bordeaux, Gounouilhou.

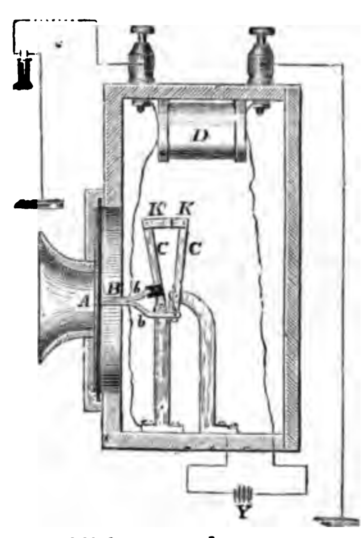
R. Pictet. Nouvelles machines frigorifiques basées sur l'emploi de phénomènes physico-chimiques. 2. édit. Basel, Georg. M. 1,50.

E. Luhmann. Die Kohlensäure. Eine ausführliche Darstellung der Eigenschaften, der Herstellung und technischen Verwendung derselben. Wien, Hartleben. M. 4,00.

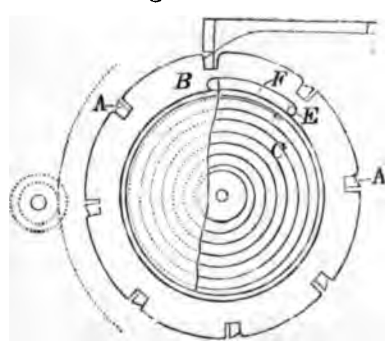
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Mikrophon mit durch Hebelübersetzung beeinflusster Contactwirkung. Von The Fuller Universal Telephone Company, in New-York. No. 31757 vom 30. Sept. 1884.



An dem Diaphragma *A* ist eine Gabel *B* befestigt, deren einer Arm *b* an den Doppelhebel *C* und deren anderer Arm *b'* an den einarmigen Hebel *C'* fasst, so dass bei Schwingungen des Diaphragmas die oberen Enden der Hebel *C* und *C'* abwechselnd einander genähert und von einander entfernt werden. Diese oberen Hebelenden tragen die Elektroden *K* und *K'* aus Kohle, die sich mit abgeschrägten Flächen gegen einander legen und zwar unter einem gewissen Druck, da die Hebel *C* und *C'* aus federndem Metall bestehen. Wenn sich diese Hebel einander nähern, so schieben sich beide Elektroden über einander, und hierdurch vergrössert sich nicht nur der Druck zwischen beiden, sondern auch ihre gegenseitige Berührungsfläche, wodurch die Aenderungen im Widerstand, den der Strom beim Passiren dieser Elektroden findet, bedeutend vergrössert und also auch die Schwingungen der Membran des Empfangstelephons grössere werden. Batterie *Y*, Inductionsrolle *D* und Empfangstelephon sind wie üblich angeordnet.



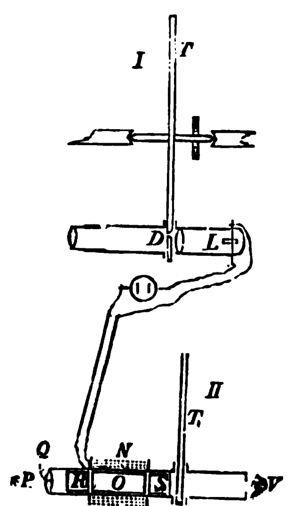
Spannfeder an Zwischenschalträdern für Zählwerke, Uhren u. dergl. Von A. Kaiser in Freiburg, Schweiz. No. 31791 vom 8. Oct. 1884. (Zusatz-Patent zu No. 27626 vom 19. Decb. 1883.)

Wenn eine Spirale *C* als verbindende Spannfeder verwendet wird, erhält das Rad *A* einen Anschlagstift *E* und das Rad *B* einen Schlitz oder entsprechenden Ausschnitt *F* (oder umgekehrt), damit, sobald die Spannung der Spirale festgestellt ist, dieselbe nur um so viel weiter aufgezogen und abgelassen werden kann, als es der Theilung des Rades *A* entspricht.

Instrument zum Messen und Theilen von Linien. Von K. Friedrich in Simbach a. Inn. No. 31878 vom 4. Juni 1884.

Das in der Patentschrift in verschiedenen Ausführungsformen beschriebene Instrument besteht im Wesentlichen aus einem polygonalen Winkelbrettchen, bei welchem die Kathete oder Hypotenuse eines zu Grunde liegenden Dreiecks mit einer event. auswechselbaren Scale versehen ist. Durch Verschiebung an der Hypotenuse oder an einer Kathete können Linien gemessen oder bestimmte Strecken abgeschnitten werden, je nach dem auf dem Instrument vermerkten Verhältniss der Kathete zur Hypotenuse.

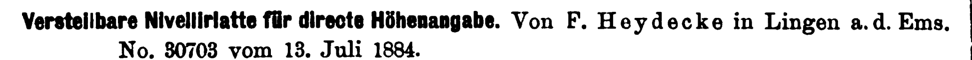
Elektrisches Teleskop. Von P. Nipkow in Berlin. No. 30105 vom 6. Januar 1884.



Dieser Apparat dient zur elektrischen Wiedergabe leuchtender Objecte und ist folgendermaassen zusammengesetzt. Auf der Aufgabestation *I* wird eine mit auf einer Spirale liegenden Oeffnungen *D* versehene Scheibe *T* zwischen den wiederzugebenden leuchtenden Gegenstand und einer in einen elektrischen Stromkreis eingeschalteten Selenzelle *L* gleichmässig gedreht. Auf der Empfangsstation *II* bewegt sich eine Scheibe T_1 von gleicher Beschaffenheit wie die Scheibe *T*, mit derselben Geschwindigkeit wie diese, zwischen dem Beobachter *V* und einer Lichtquelle *P*, während der durch die Selenzelle *L* gehende Strom auf einen Polarisationsapparat *N O Q R S* einwirkt, welcher zwischen Beobachter und Lichtquelle eingeschaltet ist.

Neuerungen an Mikrophonen. Von D. Drawbaugh in Eberlys Mills, V. St. A. No. 31507 vom 3. Januar 1884.

Die Elektroden bestehen bei diesen Mikrophonen aus zwei Platten, deren obere durch ihr Eigengewicht auf der unteren ruht. Die untere Platte hat eine geneigte Lage und ist auf einem kleinen Consol befestigt, welches an dem Diaphragma angebracht ist. Beide Elektroden sind entweder ganz aus fein pulverisirter Kohle hergestellt, die durch ein Bindemittel (gelösten Kautschuk, Schellack, Leim oder dergl.) zusammengehalten wird, oder sie bestehen aus Metallplatten, die mit einer Schicht solcher Kohle überzogen sind. Anstatt zweier Elektroden können auch drei in Anwendung kommen, von denen dann zwei isolirt von einander auf einer geneigten Fläche befestigt sind, während die dritte auf diesen beiden gleichzeitig aufruhend gewissermaassen eine leitende Brücke zwischen ihnen bildet.



Verstellbare Nivellirlatte für directe Höhenangabe. Von F. Heydecke in Lingen a. d. Ems. No. 30703 vom 13. Juli 1884.

Mittels des Zahnstangen- und Schneckengetriebes kann der mit Scale *S* versehene Lattentheil *C* verschoben und die eigentliche Latte *A* so viel gehoben oder gesenkt werden, als bei einer zweiten Aufstellung des Nivellirinstrumentes erforderlich ist, um ein directes Ablesen der Höhen von einnivellirten Terrainpunkten über einen Normalhorizont zu ermöglichen. Dies kann auch dadurch erreicht werden, dass die Lattenscale auf einem endlosen Bande angebracht und dieses Band bewegt wird.



Hydro-aerostatisches Log. Von O. Hult in Carlskrona, Schweden. No. 31819 vom 22. Aug. 1884.

Bei der Fahrt des Schiffes steigt das Wasser durch den auf dasselbe ausgeübten Druck in einer Rohrleitung (Pitot'sche Röhre) in die Höhe; hierdurch wird die in der Rohrleitung bezw. in einem in letztere eingeschalteten Luftkessel befindliche Luft zusammengedrückt. Diese wirkt auf ein Manometer, welches die dem Luftdruck entsprechende Schiffsgeschwindigkeit anzeigt.

Neuerung an Globen. Von A. Brix in Frankfurt a. M. (Zusatz-Patent zu No. 25071 vom 24. April 1883.) No. 31665 vom 24. Decbr. 1884.

Behufs Messung der täglichen und jährlichen Rectascensionen der Sonne, der Bestimmung und Erklärung der mittleren Zeit und der Zeitgleichung, der Präcession des Frühlingspunktes u. s. w. sind folgende Anordnungen getroffen: das Fussgestell *F* trägt den bei *q q* drehbar angebrachten Ring *T*, welcher horizontal oder in beliebig geneigter Stellung durch Einklemmen des Bogens *B* mittels der Schraube *f* festgestellt werden kann. In diesen Ring *T* ist die Platte *s* mit der darauf gezeichneten Datumscheibe von oben hineingesetzt und kann innerhalb desselben beliebig umgedreht und durch eine Klemmschraube festgestellt werden. Der schräge Axenträger *H* ist ebenfalls drehbar, und ein an demselben angeschraubter Zeiger giebt die Richtung des Frühlingspunktes bezw. das Datum der Tag- und Nachtgleiche an. Die Klemmschraube *n* hält die Globusaxe in der gewünschten Stellung. Der Beleuchtungsring *R* wird von einem um die Datumscheibe drehbaren Ring *P* getragen, an welchem auch der Datumzeiger *Z* und der Sonnenzeiger *K* befestigt sind.

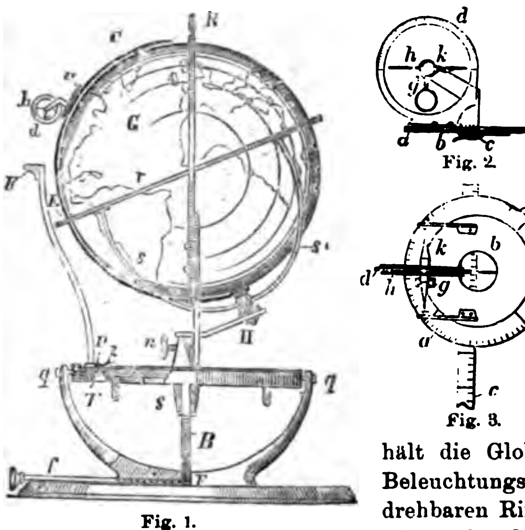
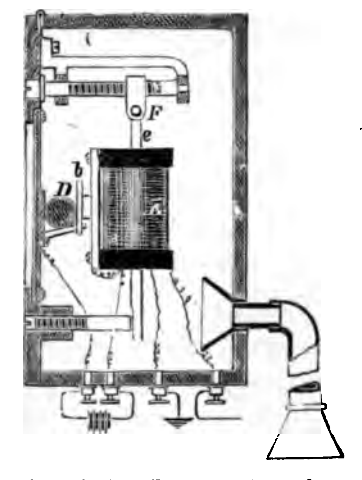


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Die Verbindung der Ringe *R* und *r* ist dieselbe wie früher, aber der Sonnenring ist neben der Theilung in Stunden und Minuten noch mit einer von rechts nach links laufenden Jahrestheilung von 365 Theilen versehen.

Der Theodolit ist dahin abgeändert, dass der frühere Quadrant durch einen Höhenkreis *d* (Fig. 2 und 3) ersetzt ist, innerhalb dessen der Hebel *h* balancirt, indem dieser durch ein Gewicht *g* stets in einer bestimmten Lage gehalten wird. Der Hebel *h* kann auf seiner Axe *k* in irgend einem Winkel gerichtet werden, welche Lage er dann aber auch trotz aller Neigungen der Windrose *a* beibehält.



Neuerungen an dem unter No. 26187 patentirten Mikrophon. (Abhängig von Patent No. 26187.) Von H. Clay in Philadelphia, Pennsylv., V. St. A. No. 31410 vom 6. Mai 1884.

Die durch das Patent No. 26187 geschützte Anordnung ist dahin modificirt, dass die pendelnde Magnetstange *e* mittels Mutter *F* verschiebbar angeordnet und behufs ihrer Magnetisirung mit einer die zweite Elektrode *b* tragenden Inductionsspule *E* versehen ist, sowie dass zwischen den beiden Elektroden ein Kohlenblock *D* lose eingelegt ist, um eine bessere Regulirung des Contactes zwischen den Elektroden und eine Verstärkung der inducirten Ströme zu ermöglichen.

Elektrischer Tourenzahl-Anzeiger. Von Th. Horn in Leipzig. No. 31893 vom 16. Novb. 1884.

Innerhalb einer rotirenden, die Elektricität leitenden Kapsel ist ein Magnet drehbar befestigt, der von den in der Kapsel entstehenden Inductionsströmen, der Geschwindigkeit der Kapsel entsprechend, abgelenkt wird, und dessen Ablenkung die Bewegung eines Zeigerwerks hervorruft. (P.-B. 1885. No. 33.)

Pantograph. Von A. Lange in Wilmersdorf bei Berlin. No. 32024 vom 3. Decbr. 1884.
Zwei Storchschnäbel sind durch Schnur-, Riemen- oder Kettentrieb derart mit einander verbunden, dass die Bewegung des einen, mit dem Fahrstift ausgerüsteten, die Bewegung des anderen hervorruft, der den Zeichenstift trägt. (1885. No. 33.)

Neuerungen an dem durch das Patent No. 30207 geschützten Elektricitätszähler. Von H. Aron in Berlin. No. 32244 vom 26. Octbr. 1884. (Zusatz-Patent zu No. 30207 vom 15. Juni 1884.)
Das durch das Hauptpatent geschützte, durch den zu messenden Strom regulirte Uhrwerk wird mit einem zweiten, normal gehenden oder auch auf gleiche Weise, aber in entgegengesetztem Sinne beeinflussten Uhrwerk derartig zu einem Apparat verbunden, dass die Bewegungen beider auf ein gemeinschaftliches Differentialzählwerk mit drehbaren Zeigern und drehbaren Zifferblättern übertragen werden. Ausser der einen unterhalb des Magneten oder der Rolle am Pendel befindlichen Rolle kann noch eine zweite solche Rolle oberhalb angebracht werden, um durch eine Beeinflussung der beiderseitigen Pole des am Pendel befestigten Magneten oder der Rolle eine verstärkte Wirkung zu erzielen. Um eine erhöhte Uebereinstimmung zwischen der zu messenden Quantität und der Angabe des Wattzählers zu erzielen, können Eisentheile am Pendel angewendet werden, welche der magnetischen Einwirkung der feststehenden Rolle unterliegen. (1885. No. 34.)

Anzeigevorrichtung für Entfernungsmesser ohne Latte. Von A. Böhm in Goslar. No. 32486 vom 1. Febr. 1885.
Das Fernrohr und der Zeiger eines Entfernungsmessers, bei welchem aus einer fest bestimmten Standlinie und einem veränderlichen Winkel die Entfernung ermittelt wird, sind derart mittels einer Kurbelschleife verbunden, dass die beim Messen grösserer Entfernungen klein werdende Winkelbewegung des Fernrohrs vergrössert angezeigt wird. (1885. No. 34.)

Taschen-Addirapparat. Von A. Petetin in Besançon, Frankreich. No. 32148 v. 24. Jan. 1885.
Drei Drücker greifen mit Ansätzen in mit Zahlscheiben verbundene Sperrräder, von denen die beiden ersteren federnde Ansätze haben; diese greifen, wenn das betreffende Sperrrad eine volle Umdrehung gemacht hat, in das nächstfolgende ein und schieben dasselbe um einen Zahn, also auch um eine Zahl, weiter. (1885. No. 31.)

Neuerung an dem Verfahren, Metalle, Glas, Thonwaaren, natürliche und künstliche Steine mit Aluminium zu überziehen. Von G. Gehring in Landshut, Bayern. (Zusatz-Patent zu No. 29891 vom 12. Mai 1883.) No. 32323 vom 25. September 1884.
An Stelle des Einbrennens der im Hauptpatent beschriebenen Aluminiummasse soll dieselbe durch blosses Trocknen an der Luft auf den betr. Objecten befestigt werden. (1885. No. 31.)

Verfahren zur Herstellung eines Eisenoxyduloxyd-Ueberzuges auf Eisen. Von M. Honigmann in Grevenberg bei Aachen. No. 32326 vom 30. October 1884.
Die eisernen Gegenstände werden zunächst in kochende Natronlauge, welche bei 140° siedet, zur Erzielung einer metallischen Fläche getaucht und sodann in eine gleiche heisse Natronlauge gebracht, welche mit Eisenoxyd (gefälltes oder Eisenrost) übersättigt ist. (1885. No. 31.)

Für die Werkstatt.

Verfahren zum Färben von Zink. Mittheilungen des Bayerischen Gewerbemuseums. 1885. S. 62.
Zum Färben von Zinkgegenständen löse man nach R. Kayser 50 g weinsaures Kalinatron, 30 g schwefels. Kupfer, 30 g Glycerin und 60 g Aetznatron in 1 Liter Wasser. In diese mässig erwärmte Lösung werden sodann die sorgfältig gereinigten Gegenstände gebracht. Je nach der Temperatur und Dauer der Einwirkung erzielt man violette, blaue, rothe oder gelbe Färbungen, die man nach dem Abwaschen mit Wasser und Trocknen mit einem leichten Schellacküberzug versieht. *Wr.*

Amalgamirung des Stabeisens, Stahls und Gusseisens. Techniker *7.* S. 43.

In ein glasirtes Thon- oder Porzellangefäss thue man 12 Theile Quecksilber, 1 Theil Zink, 2 Theile Eisenvitriol, 12 Theile Wasser und $1^1/_2$ Th. Salzsäure von 1,20 specifischem Gewicht; in dieses Bad lege man das zu amalgamirende Eisen, welches zuvor gehörig zu reinigen ist, und erhitze die Masse zum Kochen. Nach kurzer Zeit ist das Eisen mit einer spiegelblanken, dünnen Schicht Quecksilber überzogen. *Wr.*

Reinigung der mit verharztem Oel verunreinigten Maschinentheile. Allg. Journal der Uhrmacherkunst. *10.* S. 86.

In 5 Liter Wasser werden 30—40 g Aetznatron aufgelöst und in diese dann erhitzte Flüssigkeit werden die zu reinigenden Gegenstände, nachdem dieselben oberflächlich vom gröbsten Schmutz befreit sind, $^1/_2$ bis 2 Stunden hineingelegt. Nach dem Herausnehmen lässt sich aller Schmutz leicht abwaschen oder abspülen. Die Wirkung des Bades beruht darauf, dass die alkalische Lauge mit dem verharzten Oele Seife bildet, welche in Wasser leicht löslich ist. Zur Erneuerung der Flüssigkeit muss hiernach von Zeit zu Zeit etwas Aetznatron zugesetzt werden. *Wr.*

Härten von Stahlgegenständen. Techniker *7.* S. 140.

Aus 2 Theilen Wismuth, 4 Th. Zinn, 6 Th. Blei und 2 Th. Harz stellt man eine Legirung dar, welche man in eine an dem einen Ende zugeschweisste geschmiedete eiserne Röhre giebt; hierauf setzt man das zu härtende Stahlstück so ein, dass dasselbe von der angegebenen Legirung bedeckt ist und verschliesst die Oeffnung mittels eines Pfropfens. Darauf erhitzt man das Ganze bis zur Rothgluth, kühlt es in Wasser ab, öffnet den Pfropfen und giebt den Inhalt in kochendes Wasser, worin die Legirung abschmilzt. *Wr.*

Das Gelbbrennen von Messing. Allgemeines Journal der Uhrmacherkunst. *10.* S. 118.

Sollen Messinggegenstände blank gebeizt oder gelbgebrannt werden, so ist die Behandlung folgende. Um eine gleichmässige Beize zu erzielen, werden die Gegenstände zunächst sanft ausgeglüht, wodurch einmal aller Schmutz und Fett verbrennen und die Stücke gleichzeitig eine gleichmässige Härte erlangen. In einer schwachen Beize, auf 10 Liter Wasser 0,2 Liter Salpetersäure, wird der Schmutz und die Glühhaut losgeweicht, worauf die Gegenstände in einer Scharfbeize aus 2 Th. Salpetersäure und 1 Th. Schwefelsäure, welcher man etwas Salzsäure und Wasser zusetzt, hin- und herbewegt und ein oder zweimal in frischem Wasser abgespült werden. Die Oberfläche ist dann wohl rein, nicht aber elegant und blank, was erst durch eine sogenannte Klarbeize erreicht wird. Diese besteht aus 2 Th. Schwefelsäure und 1 Th. Salpetersäure mit etwas Kienruss und Kochsalz gemischt, welch letztere vor dem Gebrauch vollständig gelöst sein müssen. In dieser Beize verbleiben die Gegenstände 1 bis 2 Secunden und werden dann sofort gut in reinem Wasser abgespült. Bei allen diesen Manipulationen sind eiserne Drähte oder Haken sorgfältig zu vermeiden, da durch deren Anwendung sehr schwer zu beseitigende rothe Flecken entstehen. Zum Anfassen und Halten verwende man Messing oder Kupferdraht. Gegenstände, welche man vor dem Einbringen in die Beize nicht ausglühen kann, wasche man statt dessen in sehr scharfer und fast kochend heisser Soda oder Pottaschenlösung und spüle sodann in einem heissen Wasser gut nach. *Wr.*

Fragekasten.

Frage 4: Wer verfertigt das ursprüngliche Helmholtz'sche Ophthalmometer (mit zwei drehbaren planparallelen Glasplatten, zur Messung von Spiegelbildern der brechenden Flächen des Auges)?

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt,** Vorsitzender. **R. Fuess,** Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz,** Schriftführer.

Redaction: Dr. A. **Leman** und Dr. A. **Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **October 1885.** Zehntes Heft.

Basisapparate und Basismessungen.

Von
Dr. **A. Westphal** in Berlin.

(Fortsetzung.)

In Italien wurden nach der schon erwähnten Gradmessung von Riccioli und Grimaldi geodätische Operationen zuerst von Manfredi und Stancari[1]) in den Jahren 1705 bis 1707 in der Nähe von Bologna ausgeführt; die Manuscripte dieser Messungen sollen im Archiv von Bologna aufbewahrt werden, sie sind aber nie veröffentlicht worden. Später hatten die grossen Gradmessungsarbeiten der Franzosen das Interesse des gelehrten Jesuiten Boscovich erweckt, der in Verbindung mit Le Maire, unter thätiger Förderung des Papstes Benedict XIV, Anfangs der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts eine Gradmessung zwischen Rom und Rimini vornahm. Zur Bestimmung der Länge des terrestrischen Bogens dienten zwei, an den Endpunkten bei Rom und Rimini gemessene Grundlinien.[2]) Das hierbei angewendete, gründlich durchdachte Messungsverfahren unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von dem bei den Französischen Messungen gebräuchlichen und zeigt einen bemerkenswerthen Fortschritt auf dem Gebiete der Basismessungen. — Zur Messung dienten drei Holzmaassstäbe von etwas über *27 Röm. Spannen* Länge (gleich *3 Toisen 2 Fuss 3 Zoll*, 1 Röm. Spanne = 99,0333 Pariser Linien), die aus einem alten Schiffsmast angefertigt waren. Auf den Stäben waren drei Intervalle von je *9 Röm. Spannen* durch Messinglamellen, auf denen ein feiner Punkt fixirt war, bezeichnet. Die äussersten Endpunkte befanden sich in einiger Entfernung von den Endflächen der Stäbe. Dieser Einrichtung entsprechend, die mit der bisherigen Anwendung von Endmaassstäben brach, wurden die Stäbe bei der Messung nicht aneinander geschoben, sondern auf kleine Intervalle genähert, die mittels Zirkels gemessen wurden und deren Betrag mit Hilfe eines durch Transversalen getheilten Maassstabes bestimmt wurde. Dies ist ein wichtiger Fortschritt, der die nur schwer und mit Zeitaufwand controlirbaren Fehler der Contactmessung vermeidet. Die Messung geschah in der Luft; die Stäbe lagen auf Stativen, die in verticaler Richtung verschieb- und festklemmbar waren; hierdurch und mittels dünner untergelegter Holzkeile wurden die Stäbe horizontirt; kleine Abweichungen von der Horizontalen wurden endlich mit Hilfe eines Niveaus bestimmt und in Rechnung gezogen. Konnten bei Terrainunterschieden zwei auf einander folgende Stäbe nicht in dieselbe Horizontale gebracht werden, so wurde der Endpunkt der höheren auf die niedere mittels Lothfadens heruntergelothet. Die Stäbe waren bei ihrer Auflage auf den Stativen nur an ihren Endpunkten unterstützt, so dass bei der Länge der Stangen eine beträchtliche Biegung zu befürchten war; der Betrag dieser Biegung wurde ermittelt und in Rechnung gezogen, doch dürfte die hieraus resultirende Correction ziemlich unsicher sein. Auf die Befolgung eines genauen Alignements scheint Boscovich weniger Gewicht gelegt zu haben, wenigstens wird keine Ein-

---

[1]) Zach, Corr. Astr. *2*. 13. Genua 1819. — [2]) Voyage astron. et géogr. dans l'Etat de l'Eglise. Par Le Maire et Boscovich. Traduit du Latin. Paris 1770. S. 61, 84, 134 u. 340.

richtung angegeben, welche diesen Theil der Messung genauer zu erhalten gestattete, als es bei den Französischen Messungen der Fall war. Wurde die Messung unterbrochen, so liess man am Endpunkt des letzten Stabes einen Pfahl einrammen, den letzten Endpunkt mittels Lothfadens herunterlothen und markirte an der betreffenden Stelle auf dem Kopf des Pfahls einen feinen Punkt. Die Längen der Messstangen waren mittels eines Eisenstabes von *9 Röm. Spannen* (etwas über *1 Toise*) Länge, der von dem Römischen Hauptnormal, einem auf dem Capitol befindlichen Steinmaass, copirt worden war, etalonnirt worden; die Länge dieses Eisennormals war ausserdem mit Hilfe einer Copie der *Toise du Pérou* mit der französischen Toise in Beziehung gebracht worden. Bei der Messung wurden die Messstäbe häufig mit dem Eisennormal, dessen Temperatur durch ein aufgelegtes Thermometer bestimmt wurde, verglichen. Die Ausdehnung des Eisenstabes wurde hierbei nach dem von La Condamine für Eisen bestimmten Ausdehnungscoefficienten bestimmt und bei der Vergleichung in Rechnung gezogen: die Mittel der auf diese Weise zu zwei verschiedenen Zeiten erhaltenen Längen der Messstangen wurden für das dazwischen liegende Zeitintervall in die Rechnung eingeführt. Bei der Messung der Basis von Rimini, während welcher sehr feuchtes Wetter herrschte, wo man also eine starke Veränderlichkeit der Holzstäbe erwarten durfte, wurden die Vergleichungen öfters am Tage vorgenommen. Die Endpunkte der Grundlinien wurden unterirdisch durch eingerammte Holzpfähle festgelegt.

In dieser Weise sind die beiden Grundlinien gemessen worden. Die Basis von Rom, welche nur als Verificationsbasis dienen sollte, wurde im Mai 1751 nur einmal gemessen; sie liegt auf der Via Appia und geht von dem bekannten Grabmal der Metella aus; ihre Länge beträgt *6139,66 Toisen*. Die Hauptbasis von Rimini wurde im Spätherbste desselben Jahres zweimal gemessen; die Differenz zwischen beiden Messungen war *2 Zoll* und die ganze Länge *6037,63 Toisen*. Der Oberstlieutenant Mognet,[1]) welcher mit der Mappirung des Königreichs Italien beauftragt war, fand im Jahre 1808 die Festlegungspunkte der Basis von Rimini noch wohlerhalten vor und ersetzte sie durch Steinpyramiden.

Die beiden Grundlinien waren durch eine Kette von 11 Dreiecken mit einander verbunden. Von der Basis bei Rimini ausgehend erhielt man die von Rom zu *6138,69 Toisen*, also um *0,97 Toisen* kleiner als die wirklich gemessene Länge. Diese nicht besonders gute Uebereinstimmung darf mit Rücksicht auf die bei den Basismessungen beobachtete Sorgfalt auffallen; es muss aber bemerkt werden, dass dies Resultat auf der Rechnung mit uncorrigirten, nicht auf den Horizont reducirten Winkeln beruht. Leider werden die corrigirten Winkel nur bis zum südlichen Endpunkte des Bogens, der Peterskirche zu Rom, angegeben, für die beiden letzten Dreiecke, die den Anschluss an die Basis bei Rom vermitteln, nicht mehr; bei dem Fehlen der Reductionselemente lässt sich auch eine nachträgliche Rechnung nicht mehr ausführen. Wenn man hierin eine Absicht sehen wollte, um eine vielleicht noch schlechtere Uebereinstimmung zu verheimlichen und wenn man hiernach die Basismessungen von Boscovich für zweifelhaft ansehen wollte, so steht dem der Umstand entgegen, dass Brioschi[2]) im Jahre 1819 die Länge der Basis von Rimini, ausgehend von der bald zu erwähnenden Basis von Somma, nur um *0,28 Meter* anders fand, als sie von Boscovich angegeben ist.

Auf Veranlassung von Boscovich, der unter den verschiedensten Terrainverhältnissen Gradmessungen ausgeführt wissen wollte, um den Einfluss der Gebirge zu studiren, maass bald darauf sein Ordensbruder Beccaria in Verbindung mit Canonica einen Breitenbogen in der Turiner Ebene am Südabhange der Alpen.[3]) Der Messung lag eine Basis in der Nähe von Turin zu Grunde. Das bei der Messung derselben beobachtete

[1]) Zach, Corr. Astr. *6*. 14. Genua 1822. — [2]) Zach, Corr. Astr. *3*. 185. Genua 1819. — [3]) Gradus Taurinensis, Augustae Taurinorum 1774.

Verfahren lehnt sich im Grossen und Ganzen an die Methode von Boscovich an, doch weicht sie in einzelnen nicht unwesentlichen Punkten von derselben ab. — Zur Messung dienten Holzstäbe von *6 Toisen* Länge und T-förmigem Querschnitte; dieselben lagen mit ihrem horizontalen Theile auf Stativen auf, die in der Höhe verstellbar waren, so dass die Stäbe hierdurch nahe horizontal gelegt werden konnten; die übrig bleibende Neigung der Stäbe wurde wie bei Boscovich bestimmt. Die Stäbe lagen nur an den Endpunkten auf, so dass bei ihrer grossen Länge eine beträchtliche Biegung entstehen musste; dieselbe wurde in möglichst sorgfältiger Weise mittels eines ausgespannten Seidenfadens und eines getheilten Messkeils beobachtet und in Rechnung gezogen. An den beiden Enden einer Messstange, etwa *1 Zoll* von der Endfläche entfernt, war je ein feiner Punkt eingeritzt, deren Entfernung von einander die Stangenlänge definirte; bei der Messung wurden nun die Stangen so an einander gelegt, dass die Endpunkte zweier Stangen in einer zur Basisrichtung senkrechten Geraden sich befanden, was mittels eines Winkelmaasses constatirt wurde. Es ist dies das erste Mal, dass die Methode der Coincidenzbeobachtung bei Basismessungen angewandt wurde; bei derselben liegen nicht die Mittellinien der Messstangen in der Basislinie, sondern ihre Ränder; die Stangen werden also eigentlich nicht an einander geschoben, sondern liegen treppenförmig neben einander, so dass bald der eine, bald der andere Rand einer Stange im Alignement ist. Diese Anwendung der Coincidenzmessung würde einen Fortschritt bezeichnen, wenn Beccaria gleichzeitig für eine feine Bewegung der Messstäbe in der Richtung der Basislinie gesorgt hätte, was hierbei unerlässlich ist; anstatt dessen werden aber die Stäbe wie gewöhnlich mittels Hand bewegt. Auch die Methode des Alignirens fand durch Beccaria keine Förderung. Dagegen bemühte er sich, die Temperaturcorrection möglichst sicher zu erhalten. Als Etalon zur Bestimmung der Länge der Messstangen diente eine von Canivet angefertigte und von La Condamine bestimmte eiserne Copie der *Toise du Pérou*; dieselbe wurde bei der Messung häufig mit den Holzstäben verglichen und die Temperatur derselben hierbei durch Thermometer bestimmt. Um die Länge des Etalons bei den verschiedenen Temperaturen möglichst sicher zu erhalten, versuchte Beccaria zunächst, den Ausdehnungscoefficienten des Eisens selbst zu bestimmen. Er that dies aber in so wenig kritischer Weise, dass es nicht Wunder nimmt, wenn er damit nicht zu Stande kam. In der Mitte eines Zimmers wurde ein Quadrant aufgestellt, dessen festes Fernrohr mit Mikrometer versehen war, während das bewegliche nur einen Ablesefaden hatte; in zwei gegenüberliegenden Wänden des Zimmers wurden nun zwei Eisenstangen von je vier bezw. zehn Fuss Länge derart befestigt, dass die eine Stange gegen das bewegliche Fernrohr und die andere gegen den Limbus drückte. Standen nun bei irgend einer Temperatur beide Fernrohre parallel und zeigte das bewegliche Fernrohr 0° an, so musste bei einer höheren oder niederen Temperatur die Ablesung eine andere sein. Hieraus wollte Beccaria den Ausdehnungscoefficienten bestimmen; überflüssig zu sagen, dass er auf diese Weise nicht zum Ziele kommen konnte. In der That erhielt er auch z. B. bei einem Temperaturgange von + 3 auf + 6° eine grössere Verschiebung als bei einem anderen von + 10 auf + 16°, also ganz widersprechende Werthe, so dass er seine Versuche aufgab und nunmehr den von La Condamine für Eisen bestimmten Ausdehnungscoefficienten zur Reduction anwandte. — Die Endpunkte der Basis wurden durch unterirdisch festgelegte Steinquadern, auf denen Fixpunkte markirt waren, bezeichnet. Im Jahre 1808 wurden diese Steine auf Veranlassung der Turiner Akademie[1]) durch Pyramiden ersetzt.

In der beschriebenen Weise wurde die Turiner Basis im Sommer 1760 zweimal gemessen; als Resultat der ersten Messung wurde *6051,01 Toisen*, der zweiten

---

[1]) Mém. de l'Acad. des sciences de Turin. Année 1811 et 1812. S. 101.

6050,80 Toisen gefunden. Dem ersteren Resultate wurde der Vorzug gegeben, weil bei der ersten Messung ruhigeres und gleichmässigeres Wetter geherrscht hatte. Die Differenz von *0,21 Toisen* zwischen beiden Messungen ist gering zu nennen. Da keine zweite Basis gemessen worden ist, so ergiebt die Winkelmessung keinen weiteren Anhalt zur Beurtheilung der Güte der Basismessung, dagegen wurde die Basis des P. Beccaria aus späteren Basismessungen abgeleitet, worauf wir weiter unten zurückkommen werden.

Sehr anerkennenswerthe Verbesserungen der Basisapparate verdanken wir den Astronomen der Mailänder Sternwarte Reggio, de Cesaris und Oriani. Dieselben maassen unter Beihilfe des Mechanikers der Sternwarte J. Megele im Jahre 1788 die Basis von Somma,[1]) welche die Grundlage sowohl für eine zweite oberitalienische Gradmessung als auch für eine Karte der Lombardei geben sollte. Im Jahre 1773 hatte nämlich Cassini III an die Oesterreichische Regierung das Ersuchen gerichtet, seine Messungen durch die Besitzungen Oesterreichs in Italien fortführen zu dürfen.[2]) Die Oesterreichische Regierung zog es jedoch vor, die Messung durch ihre eigenen Staatsangehörigen ausführen zu lassen und beauftragte hiermit die genannten Astronomen. Dieselben begannen ihre Arbeit mit der Basismessung. — Drei eiserne Stäbe *A A* (Fig. 3) von T-förmigem Querschnitt und etwas über *2 Toisen* Länge dienten zur Messung derselben. Die Stäbe waren auf starken parallelepipedischen Holzbalken *B B* von derselben Länge und Breite wie die Eisenstäbe und etwa *4 Zoll* Höhe gelagert; die Balken hatten ihrer ganzen Länge nach eine Aushöhlung von *5 Linien* Breite und *2,5 Zoll* Höhe, welche zur Aufnahme der Verticalrippe der T-Stäbe diente, die in dieselbe wie in eine Scheide passte, aber genügenden Spielraum hatte. Der horizontale Theil der T-Stäbe ruhte mit seiner ganzen etwa *2 Zoll* betragenden Breite bei Ein-Viertel und Drei-Viertel seiner Länge auf der Oberfläche des Holzbalkens und zwar auf den cylindrischen Rollen *r*, die an den genannten Stellen senkrecht zur Längsrichtung angebracht waren, so dass die Messstäbe leicht hin- und herrollen und nahezu in die richtige Lage gebracht werden konnten; um ihnen aber noch innerhalb enger Grenzen eine Feinbewegung in der Richtung der Basislinie geben zu können, trug der untere Theil jeder Messstange auf eine kleine Strecke hin eine Verzahnung, in welche ein Trieb eingriff, dessen Axe seitlich durch den Holzbalken hindurchging und in den Handgriff *S* endigte, so dass der Stab sanft vor und zurück bewegt werden konnte.

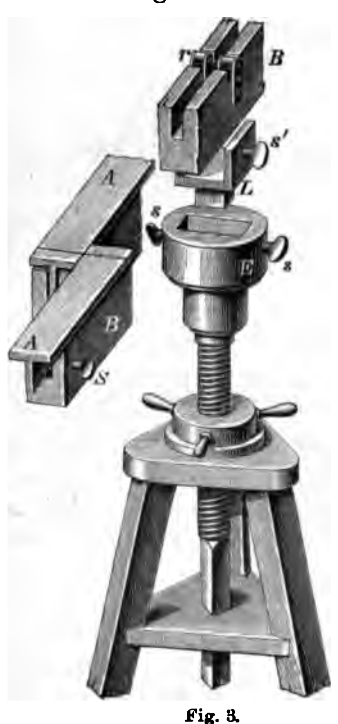


Fig. 3.

An denselben Stellen, wo die Eisenstäbe auf den Holzbalken auflagen, bei Ein-Vierte und Drei-Viertel der Länge, ruhten diese ihrerseits auf Stativen, welche eigenartig construirt waren. Ein gewöhnlicher Dreifuss hat zwei Platten, eine obere und eine untere, durch deren Mitten ein verticaler Ständer geht; derselbe hat unten eine dreieckige Form, trägt in der Mitte ein Schraubengewinde, mittels welches er in Verbindung mit einer Flügelschraube in beliebiger Höhe festgestellt werden kann, und ist oben cylindrisch. Hier wird die Auflagevorrichtung für die Messstangen aufgesetzt und zwar zunächst der Cylinder *E*, der mit seinem unteren cylindrisch ausgehöhlten Ende auf den oberen cylindrischen Theil des verticalen Ständers passt und um denselben in horizon-

[1]) Mailänder Ephemeriden 1794. Appendix und Zach, Allg. Geogr. Ephr. II. 292. Gotha 1798. — [2]) Mitth. des k. k. Militär. Instituts. I. S. 7. Wien 1881.

talem Sinne gedreht werden kann. Der obere Theil des Cylinders *E* hat eine rechteckige Aushöhlung, worin der Fuss des eigentlichen Lagers *L* der Messstangen mit etwas Spielraum ruht. Bei der Messung wird das Lager *L* zunächst durch Drehung des Cylinders *E* in die zur Aufnahme der Stange richtige Lage gebracht; dann wird die Stange mittels der Schrauben *ss* in das Alignement, mit Hilfe von *S* in ihre richtige Lage in demselben gebracht und endlich in ihrem Lager durch die Schraube *s'* festgeklemmt.

Als Etalon für die Bestimmung der Längen der Messstäbe diente eine eiserne Copie der Liesganig'schen Toise, 1777 von Metzburg bei + 13° R. angefertigt. Bei derselben Temperatur wurde mittels eines mikrometrischen Stangenzirkels die Länge von *2 Toisen* auf jedem Rande einer Messstange abgetragen und die entstehenden Endpunkte, die etwas von den Stangenenden abstanden, durch gerade Linien mit einander verbunden. Diese Endlinien wurden bei der Messung mit einander in Coincidenz gebracht. Die Stangen mussten daher wie bei der Basis von Turin gelegt werden; man hatte es hier aber, wo man nicht Endpunkte, sondern Endlinien hatte, eigentlich mit zwei Längen eines Stabes zu thun, je nachdem der eine oder der andere Rand in der Basislinie war. Dieser Umstand ist auch nicht unberücksichtigt geblieben; man hat die Längen der Stäbe an den verschiedenen Rändern öfter mittels des mikrometrischen Stangenzirkels gemessen und die hieraus erhaltenen Längen in die Rechnung eingeführt; es musste bei der Messung also immer notirt werden, welcher Rand im Alignement war. Bei jeder Lage wurde ein Thermometer abgelesen, das in der Nähe der Stangen der freien Luft ausgesetzt hing. Zur Reduction der Stäbe auf die Normaltemperatur diente der La Condamine'sche Ausdehnungscoefficient.

Die Neigung der Stäbe wurde mittels eines Niveaus bestimmt, das im Princip dieselbe Einrichtung wie die bei den heutigen Basisapparaten gebräuchlichen Niveausectoren hatte (Fig. 4). Das Niveau ist auf einer horizontalen Unterlagsplatte befestigt und wird mittels derselben auf die Mitte der Stange aufgesetzt; es ist an dem einen Ende um eine horizontale Axe *a* drehbar und diese Drehung wird durch eine am anderen Ende angebrachte Höhenschraube *b* vermittelt; mit dieser ist ein Zeiger verbunden, welcher auf einem getheilten Kreise *c* spielt, dessen Angaben ein Maass für die Bestimmung der Neigung der Messstange angeben. — Das Alignement wurde mit Hilfe eines Azimuthalinstrumentes erhalten, das successive an den beiden Endpunkten der Grundlinie aufgestellt wurde und mit Hilfe dessen zahlreiche Zwischenpunkte eingeschaltet wurden; innerhalb derselben scheinen die Messstäbe mittels Augenmaass in das Alignement gebracht worden zu sein. — Die Ablothungen geschahen in gewöhnlicher Weise mittels Lothfaden. — Die Endpunkte der Basis wurden unterirdisch durch Marmorblöcke bezeichnet, in welche Metallcylinder eingelassen waren. Die Basis von Somma ist im Mai und Juni 1788 zweimal gemessen. Die Resultate der beiden Messungen waren *5130,5204* bezw. *5130,4926 Toisen*; das Mittel hiervon wurde in die Rechnung eingeführt. Ob diese grosse Genauigkeit, die etwa $^1/_{500000}$ der Länge beträgt, reell ist, lässt sich aus den übrigen geodätischen Operationen nicht ersehen, da eine zweite Basis nicht gemessen worden ist; die Basis von Somma hat aber, mit anderen Grundlinien verglichen, recht gute Resultate ergeben.

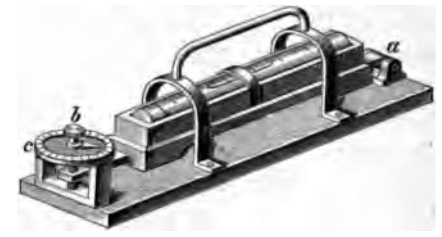


Fig. 4.

Zeitlich schliesst sich an die Arbeiten der Mailänder Astronomen die Triangulation des Oesterreichischen Generals A. v. Zach,[1]) der unmittelbar nach der Besitz-

[1]) Zach, Monatl. Corr. 7. 134. Gotha 1803.

ergreifung der Venetianischen Staaten durch Oesterreich mit der Mappirung dieses Landes beauftragt wurde. Die Messung ist durch drei Grundlinien bestimmt; dieselben wurden mit vier Holzmaassstäben von je *4 Wiener Klafter* Länge gemessen. Auf jeder Stange war ein Niveau angebracht, welches so justirt war, dass die Blase einspielte, wenn die Stange horizontal lag. Ueber die Art der Lagerung der Messstäbe ist nur gesagt, dass sie auf bequemen Böcken lagen und leicht horizontirt, sowie vor- und rückwärts geschoben werden konnten; eine Feinbewegung in der Richtung der Basislinie und senkrecht zu derselben wird nicht erwähnt, war aber nach dem eben Gesagten vielleicht doch vorhanden. Als Etalon zur Bestimmung der Längen der Messstäbe diente bei der ersten Basis das Wiener Hauptnormal, die Toise Liesganig's, auf welcher dieser die Länge der Wiener Klafter bezeichnet hatte; bei den beiden letzten Grundlinien wurde eine der Sternwarte zu Padua gehörige eiserne Toise, eine Copie der *Toise du Pérou* als Etalon benutzt. Nun ist die Liesganig'sche Toise freilich auch von der *Toise du Pérou* copirt, da aber die beiden Etalons nicht auf einander bezogen sind, so lässt sich streng genommen die Länge der ersten Grundlinie mit denen der beiden anderen nicht vergleichen. Die Temperaturcorrection scheint nicht berücksichtigt worden zu sein; die Holzstäbe wurden nur häufig mit dem Etalon verglichen; im Uebrigen ist aber Zach mit grosser Vorsicht vorgegangen, wie aus seinem eigenthümlichen Messungsverfahren ersichtlich ist. Die vier Messstangen wurden hintereinander in verschiedenen Horizontalebenen gelegt; die Stangen wurden nicht mit einander in Contact gebracht, sondern der Endpunkt der ersten Stange wurde hinabgelothet und an den Faden des Loths der Anfangspunkt der zweiten Stange herangeschoben, und so fort. Die Endpunkte einer solchen Lage der vier Stäbe wurde jedesmal auf in den Boden eingerammten Pfählen markirt und zwar dann, wenn alle Stäbe normal lagen; die Dicke der Lothfäden wurde in Rechnung gezogen. Jede Basis wurde in dieser Weise zweimal gemessen; die Differenzen zwischen zwei Messungen sollen *2 Zoll* nicht überschritten haben; diese Genauigkeit dürfte aber eine illusorische sein. — Die erste Basis wurde 1798 bei Padua zu *2559,251 Wiener Klafter* gemessen; die zweite 1801 bei Cima d'Olmo zu *4798,830 W. Klafter*, die dritte am Taglimento zu *6392,359 W. Klafter*. Aus der Winkelmessung folgt die Länge der zweiten Basis zu *4793,683*, die der dritten zu *6393,762 W. Klafter*; die Differenzen sind beträchtlich, besonders wenn man bedenkt, dass die Winkel mit guten Instrumenten gemessen worden sind; die grossen Differenzen dürfen wohl hauptsächlich durch die Vernachlässigung der Temperaturcorrectionen erklärt werden.

Im Laufe der ersten beiden Jahrzehnte dieses Jahrhunderts führte der Bruder des eben genannten Geodäten, der bekannte Astronom v. Zach, der sich aus Gesundheitsrücksichten in Ober-Italien und Süd-Frankreich aufhielt, eine grosse Anzahl von astronomischen und geodätischen Arbeiten aus, im Verlaufe welcher er auch eine Anzahl von Grundlinien maass. Wenn ich hier, wo von Messungen in Italien die Rede ist, auch die in Süd-Frankreich von Zach gemessenen Grundlinien bespreche, so geschieht es deshalb, weil die an sich gleichartigen Messungen des Freiherrn v. Zach nicht gut getrennt werden können. Im Jahre 1810 führte Zach zum Zwecke des Studiums der Lothablenkungen eine kleine Gradmessung, die einen Bogen von nur 16′ umfasste, in der Nähe von Marseille aus. Die Entfernung der beiden Endpunkte wurde durch eine Kette von sieben Dreiecken berechnet, welcher eine in der unmittelbaren Nähe von Marseille gemessene Basis zu Grunde lag.[1]) Es war sehr schwer, in der Umgebung der Stadt ein Terrain zur Basismessung zu finden;[2]) Zach musste auch schliesslich seine

---

[1]) L'attraction des montagnes. Par le Baron de Zach. Avignon 1814. Bd. I. S. 239. — [2]) Zach erzählt, dass Darçon im Jahre 1782 behufs einer Aufnahme der Umgebung von Marseille eine Basis quer durch die Stadt legen musste.

Basis in zwei Theilen messen, die einen Winkel von etwa 176° mit einander bildeten. Bei der Basismessung standen Zach nicht die Hilfsmittel zu Gebote, über die er bei der später zu erwähnenden Seeberger Basis hatte verfügen können, er suchte aber diesen Mangel durch möglichste Vorsicht zu ersetzen. — Die Basis ist mit drei Holzmaassstäben von je *10 Fuss* Länge gemessen; jeder Stab bestand aus zwei Theilen, die mit entgegengesetzter Lage der Fasern, um vor dem Werfen des Holzes geschützt zu sein, auf einander geleimt und mit Holzstiften verbunden waren; die Stäbe waren dreifach mit Oelfarbe gestrichen, um sie vor dem Einfluss der Feuchtigkeit zu schützen. Bei der Messung lagen die Stäbe bei Ein-Drittel und Zwei-Drittel ihrer Länge auf Dreifüssen; in dieser Lage wurden sie auch etalonnirt, so dass eine Correction wegen der Biegung der Stangen nicht angebracht zu werden brauchte. Als Etalons diente ein Eisenmeter, das mit den Normalmetern zu Turin und Mailand verglichen worden war. Die Etalonnirung geschah mit einem mit Mikroskop versehenen Comparator, dessen nähere Einrichtung nicht angegeben ist. Die Längen der Messstangen wurden zu öfteren Malen sehr sorgfältig bestimmt und hierbei die Ausdehnung des Eisenmeters unter Berücksichtigung der Beobachtungstemperatur in Rechnung gezogen; bei der eigentlichen Messung jedoch wurden an die Länge der Stäbe keine Temperaturcorrectionen angebracht, sondern das Mittel ihrer vor und nach der Basismessung erhaltenen Längen in die Rechnung eingeführt. — Jede der Messstangen war mit einem Niveau versehen; mit Hilfe desselben und durch Einschieben von dünnen Holzkeilen zwischen Stab und Oberfläche der Stative wurden die Messstangen horizontal gelegt. — Das Alignement der Basis wurde mittels eines Theodoliten in Verbindung mit folgender Einrichtung bewerkstelligt: jede Stange hatte an ihrem einen Ende ein Diopter und an dem andern ein kleines Loth; mittels des Diopters wurde nun die Stange so alignirt, dass das Loth auf ein in der Basislinie befindliches entferntes Signal einstand, einmal nach dem Ende der Basis hin, dann unter Vertauschung von Diopter und Loth nach dem anderen; die Bewegung der Stäbe wurde hierbei mit der Hand ausgeführt. — Bei der Messung wurden die Stäbe auf kleine Intervalle genähert, welche mittels eines Maassstabes, der noch *0,4 mm* abzulesen erlaubte, gemessen wurden; in welcher Weise dies geschah, ist umsoweniger klar, als nicht einmal deutlich ausgesprochen ist, ob die Messstäbe als End- oder Strichmaass eingerichtet waren. — Die Ablothungen geschahen mittels des Lothfadens; Zach bediente sich eines originellen Mittels, durch welches er den Einfluss von Luftströmungen auf den Lothfaden möglichst unschädlich machen zu können glaubte. Bei Beginn der Messungen lag der erste Stab auf Stativen von nur *0,5 Fuss* Höhe; Zach meinte, dass auf diese geringe Höhe der Wind keinen nennenswerthen Einfluss haben könne; der zweite Stab lag dann auf Stativen von *1 Fuss* Höhe und so stieg man von halbem zu halbem Fuss aufwärts, bis endlich die Stäbe auf die gewöhnlichen Stative (3 Fuss hoch) zu liegen kamen. In derselben Weise wurde dann umgekehrt verfahren, wenn die Messungen abgebrochen wurden. Zur Fixirung des Endpunktes einer Tagesmessung wurde an einer vorher roh abgemessenen Stelle ein Pfahl in den Boden geschlagen und auf demselben ein Messingnagel befestigt; durch Variirung der Intervalle zwischen den einzelnen Stäben hatte man es in der Hand, zu bewirken, dass der Endpunkt des letzten Stabes genau senkrecht über einen feinen Punkt dieses Nagels traf. — Die Endpunkte der Basis wurden unterirdisch durch Holzpfähle festgelegt.

Die in dieser Weise gemessenen beiden Theile der Basis ergaben als Längen *1766,2881* bezw. *1766,1547* und *505,5737* bezw. *505,5801 Meter*. Beide Theile, auf die gerade Linie und die Festlegungspunkte reducirt, ergaben als Länge der Basis *2304,5429 Meter*. Die Genauigkeit, mit welcher die beiden Theile gemessen sind, ist eine sehr verschiedene; während sie beim ersten nur etwa $^1/_{20000}$ beträgt, ist sie beim zweiten etwa $^1/_{100000}$ der Länge; dies rührt aus der Vernachlässigung der Temperatur-

correction her; der zweite Theil wurde unmittelbar hintereinander zweimal und bei derselben Temperatur gemessen, während die beiden Messungen des ersten Abschnittes zeitlich auseinanderliegen und bei verschiedenen Temperaturen stattfanden. Die Winkelmessung ergiebt keinen Anhalt für die Güte der Basismessung, weil keine zweite Grundlinie gemessen worden ist.

In derselben Weise hat v. Zach im Jahre 1819 eine Basis von 2683 m Länge bei Gap[1]) gemessen, welche der Special-Aufnahme einiger südfranzösischer Departements zur Grundlage dienen sollte.

Nach dieser Abschweifung auf Französisches Gebiet wenden wir uns wieder den Italienischen Grundlinien zu. Im Jahre 1801 bestimmte Zach die Breite von Florenz an verschiedenen Punkten der Stadt; um dieselben geodätisch mit einander zu verbinden, maass er am südlichen Ufer des Arno eine kleine Basis von *415 Toisen* Länge.[2]) Dieselbe diente trotz ihrer Kleinheit dem Pater Inghirami im Jahre 1815 zunächst als Grundlage für seine Triangulation des Grossherzogthums Toskana. Als sich jedoch eine Differenz von + 7'',63 zwischen der astronomisch bestimmten und der geodätisch berechneten Polhöhe von Pisa ergab, maass Inghirami auf Zach's Rath eine neue grössere Grundlinie.[3]) Dieselbe ist im Herbste 1817 zwischen Pisa und Livorno nahe in derselben Weise gemessen worden, wie die Basis von Marseille durch Zach. Kleine Veränderungen am Apparate bezogen sich auf die Dioptereinrichtungen, mit denen die Stäbe versehen waren, sowie auf die Einrichtungen der Stative, denen Inghirami noch eine mikrometrische Verschiebung im Sinne der Basislinie und senkrecht zu derselben gegeben hatte. Die Basis ist ihrer ganzen Länge nach direct nur einmal gemessen; ein kleiner Theil wurde zweimal gemessen, der übrige Theil durch Winkelmessung controlirt, ein Verfahren, das Inghirami durch Zach kennen gelernt hatte und von dem wir gleich sprechen werden; die Differenzen zwischen beiden Resultaten waren gering. Ziemlich beträchtlich war aber die Differenz mit der kleinen Florenzer Basis. Inghirami hatte als Länge seiner Basis *4488,96 Toisen* gefunden; aus der Florenzer Basis wurde sie im Mittel aus zwei Dreieckketten zu *4488,41 Toisen* abgeleitet; die Differenz von *0,55 Toisen* kann wohl auf die Kleinheit der Florenzer Basis zurückgeführt werden. Dagegen stimmt die Anschlussseite an die von Tranchot und Puissant in Corsica und auf der Insel Elba zu Katasterzwecken gemessenen Dreiecke, welche auf drei schlecht gemessenen Grundlinien in Corsica beruhten, um *23 Toisen* nicht; hierüber erhob sich ein heftiger Streit zwischen Zach und Inghirami einerseits und Puissant andererseits.[4])

Im Jahre 1817 maass Zach in der Nähe von Genua[5]) eine Grundlinie, welche zunächst zu einer Aufnahme der Umgebung von Genua dienen sollte, die er aber auch vielleicht für die von ihm geplante (aber nicht zur Ausführung gekommene) Gradmessung zwischen Mailand und Genua benutzen wollte.[6]) Nachdem dieselbe einmal in der oben beschriebenen Weise direct gemessen war, wandte er für die zweite Messung ein expediteres Verfahren an.

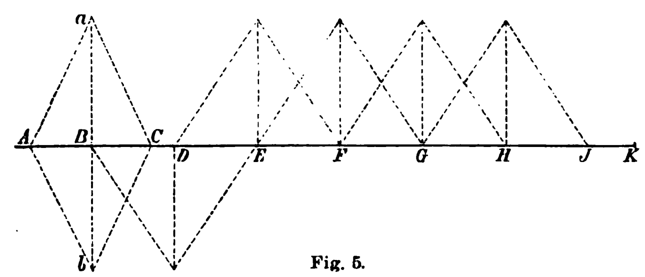


Fig. 5.

Das Stück $A\,B$ (Fig. 5) *456 m* etwa lang, wurde direct gemessen. Dann wurde mittels des Theodoliten ein rechter Winkel in B abgesteckt, in a und b, mehrere Hundert

[1]) Zach, Corr. Astr. *3*. 114. Genua 1819. — [2]) Lindenau u. Bohnenberger, Z. f. Astr. *5*. 211. Stuttgart 1818. — [3]) Di una base misurata in Toscana nell' autumno 1817. Firenze 1818. Zach, Corr. Astr. *7*. 201. Genua 1822. — [4]) Vgl. an den angeführten Stellen, sowie Connaissance des Temps 1824. S. 348. — [5]) Zach, Corr. Astr. *7*. 201. Genua 1822. — [6]) Lindenau u. Bohnenberger, Z. f. Astr. *2*. 330. Stuttgart 1816.

Meter von der Basislinie entfernte Punkte festgelegt, über ihnen der Theodolit aufgestellt und nun durch Winkelmessung das Stück *AB* nach *C* übertragen; die Strecke *CD* musste örtlicher Verhältnisse halber direct gemessen werden; durch Winkelmessung wurde dann wieder *BD* nach *E*, *DE* nach *F*, *EF* nach *G*, *FG* nach *H* und *GH* nach *I* übertragen; das letzte Stück *IK* wurde wieder direct gemessen. Die Länge der Grundlinie wurde auf diese Weise zu *3974,253 m* gefunden, während die directe Messung *3974,469 m* ergeben hatte; die Differenz beträgt etwa $^1/_{20000}$ der Länge.

Eine im Jahre 1818 bei Bologna zu Zwecken einer Klein-Triangulation gemessene Basis[1]) mag deshalb hier erwähnt werden, weil Zach zur Bestimmung der Intervalle zwischen zwei Stäben bei der ersten Messung einen Messkeil von Messing anwandte, bei der zweiten ein Stahlstück von bekannter Dicke jedesmal zwischenschob, ohne natürlich durch diese indirecte Wiedereinführung der Contactmessung eine grössere Genauigkeit zu erzielen

Zeitlich früher als die eben erwähnten Grundlinien fällt eine im Jahre 1809 von Zach in der Nähe von Turin gemessene kleine Basis,[2]) die aber erst jetzt erwähnt wird, weil sie mit einer späteren Basismessung in unmittelbarer Verbindung steht. Zach wünschte die vielfach beargwöhnte Gradmessung des P. Beccaria zu revidiren und wiederholte zunächst den astronomischen Theil der Messung; in Turin hatte er einen anderen Beobachtungsort als Beccaria im Jahre 1765 und um beide Standorte auf einander beziehen zu können, verband er sie geodätisch und maass zu diesem Zwecke eine kleine Grundlinie von *642 m* Länge; dieselbe ist ganz in derselben Weise wie die Basis von Marseille, jedoch nur einmal gemessen. Später benutzte Zach diese Basis als Grundlage einer theilweisen Wiederholung der geodätischen Arbeiten Beccaria's. Er leitete aus derselben die Seite Superga-Rivoli zu *20183,33 Meter* ab; reducirt man die von Beccaria angegebene Länge, so erhält man *20167,35 Meter*. Die Piemontesisch-Oesterreichische Vermessung in den Jahren 1821 bis 1823 fand als Länge dieser Seite aus der Französischen Grundlinie *20173,50*, aus der Basis von Somma *20175,30 Meter*. Da diese Zahlen von dem durch Zach bestimmten Werthe sehr stark abwichen, so beschloss Plana, einer der Leiter jener Messung, eine Nachmessung der Zach'schen Basis vorzunehmen. Die Messung wurde im October 1822 zweimal ausgeführt.[3]) — Die Basis ist nicht mit Stäben gemessen worden, sondern mit drei beiderseits offenen leichten Holzkästen von je *4 m* Länge. Auf der einen Seite war die Länge eines Kastens durch eine vom Rande etwas entfernt stehende verticale Linie begrenzt; an dem anderen Ende trug jeder Kasten einen leichten Rahmen (Fig. 6), in welchen ein Seidenfaden vertical eingespannt war; derselbe war so justirt, dass der Faden lothrecht stand, wenn der Kasten horizontal lag. Bei der Messung wurde der Faden des Rahmens mit der benachbarten Endlinie in Coincidenz gebracht; diese Einrichtung hatte hauptsächlich den Vortheil, dass das häufige Ablothen, wenn zwei auf einander folgende Kästen nicht in dieselbe Horizontale gebracht werden konnten, vermieden wurde. Als Etalon zur Bestimmung der Länge der Kästen diente ein als Strichmaass eingerichtetes Stahlmeter, dessen Länge durch feine auf



Fig. 6.

Silberplatten markirte Punkte definirt war; dasselbe war auf einem mit Mikroskopen versehenen Comparator mit dem Prototyp-Meter der Turiner Akademie verglichen

[1]) Zach, Corr. Astr. *2.* 13. Genua 1819. — [2]) Mém. de l'Acad. des Sciences de Turin. Années 1811 et 1812. S. 159. — [3]) Opérations géodésiques et astronomiques, pour la mesure d'un arc du parallèle moyen, executées en Piemont et en Savoie en 1821, 1822, 1823. Milan 1827. T. II. S. 355.

worden; da letzteres Endmaass war, so wurde, um das Stahlmeter besser mit ihm vergleichen zu können, das schon früher bekannte Mittel angewendet, Anschiebekörper mit dem Endmaass zu verbinden, so dass an seinen Endflächen feine Linien entstanden und das Endmaass dadurch zum Strichmaass wurde. Mittels des Stahlmeters wurde dann auf demselben Comparator die Länge der Kästen bestimmt. Als Element der Unsicherheit zeigte sich hier wieder die ungleichmässige Ausdehnung des Holzes; so waren z. B. an zwei aufeinander folgenden Tagen bei fast nahezu derselben Temperatur die Länge der drei Kästen einmal *12,0043*, das andere Mal *12,0031 Meter*.

Die Kästen lagen auf Stativen, welche in derselben Weise wie die bei der Basis von Somma gebrauchten, eine Bewegung in verticaler Richtung erlaubten. In der Richtung der Basislinie war eine leichte Beweglichkeit durch die cylindrischen Rollen ermöglicht, auf denen die Kästen bei Ein-Viertel und Drei-Viertel ihrer Länge auflagen. Die Bewegung in dieser Richtung, sowie in derjenigen senkrecht zur Basislinie musste jedoch mittels Hand erfolgen.

Um die Horizontalität der Kästen ermitteln zu können, war jeder mit einem fest angebrachten Niveau versehen, welches so justirt war, dass die Blase einspielte, wenn der Kasten horizontal lag. Die Fehler, welche aus einer mangelhaften Justirung des Niveaus oder dadurch entstehen konnten, dass dasselbe seine ursprüngliche Lage zum Kasten veränderte, entgingen Plana nicht und er beobachtete, um sich vor ihnen zu schützen, während der Messung mittels eines seitlich aufgestellten Theodoliten häufig die Zenithdistanzen der beiden Enden eines Kastens bei einspielender Blase.

Das Alignement der Kästen geschah mittels der auf jedem derselben angebrachten Fernrohre; ausserdem war an den beiden Endpunkten der Basis ein festes Instrument aufgestellt.

In dieser Weise wurde die Zach'sche Basis zweimal nachgemessen, zu *641,1288* bezw. *641,1169 Meter*. Diese Länge lässt sich jedoch mit dem Zach'schen Werthe nicht vergleichen, da die alten Endpunkte nicht genau reconstruirt werden konnten. Hieraus wurde die Länge der obengenannten Seite zu *20174,17 Meter* gefunden, ein Resultat, das mit Rücksicht auf die Kleinheit der gemessenen Basis und die verschiedene Qualität der in Betracht kommenden Basis-Apparate mit den aus den französischen Grundlinien, sowie aus der von Somma abgeleiteten Werthen recht gut übereinstimmt. Dagegen weicht der Zach'sche Werth wieder bedeutend ab, was sich vielleicht auf ein Versehen bei der Basismessung zurückführen lässt, das gefunden worden wäre, wenn Zach eine zweite Messung der Basis vorgenommen hätte. Der von P. Beccaria angegebene Werth ist um ebenso viel kleiner wie der wahre Werth, als der Zach'sche grösser ist. Mit Rücksicht aber auf die weitaus grössere Genauigkeit der neueren instrumentellen Hilfsmittel gegenüber denen des P. Beccaria, hauptsächlich was die Etalonnirung der Messstangen und die Ermittlung der Temperaturcorrection betrifft, differirt die von Beccaria ermittelte Länge nicht allzusehr, so dass seine geodätischen Messungen recht gut gewesen zu sein scheinen.

Die nach dieser Zeit in Italien gemessenen Grundlinien müssen in einem späteren Abschnitte behandelt werden. In der besprochenen Zeit sind, wie wir gesehen haben, die Basisapparate und die Methoden der Basismessungen von italienischen Gelehrten bedeutend verbessert worden. Wir wenden uns jetzt zu den Messungen in Oesterreich, die vielfach in naher Beziehung zu den Italienischen stehen.

In Oesterreich begannen die geodätischen Operationen mit den Gradmessungen, welche der Jesuitenpater Liesganig auf Anregung von Boscovich unternahm. Liesganig maass zunächst einen Bogen von 3° Amplitude im Meridian von Wien, von Brünn bis Warasdin in Ungarn. Die Endpunkte dieses Bogens sind durch 22 Dreiecke miteinander verbunden; zur Berechnung der Seiten derselben dient eine in der Mitte des Bogens gelegene Basis, im November 1762 südlich von Wien zwischen Wiener Neustadt

und Neunkirchen gemessen[1]), — Das Verfahren der Messung bietet nicht viel Erwähnenswerthes. Die Basis ist mit vier Holzmaassstäben von *6 Wiener Klafter* Länge gemessen; die Stäbe bestanden aus zwei Theilen, die mit entgegengesetzt liegenden Fasern zusammengeleimt und mit einer dreifachen Firnissschicht versehen waren. Ein fünfter Stab von derselben Länge und von ähnlicher Einrichtung, wie sie bei der Nachmessung der Basis von Juvisy im Jahre 1756 zur Anwendung gekommen ist (vergl. S. 267 dieser Abhandlung), diente den Messstäben als Matrize. Als Etalon lag eine von Canivet verfertigte und von La Condamine beglaubigte eiserne Copie der *Toise du Pérou* zu Grunde; von denselben rührte auch ein mikrometrischer Stangenzirkel her, mittels dessen die Längen der Matrize und der Messstäbe bestimmt wurden und der auch benutzt wurde, um die Länge der Wiener Klafter auf der Normaltoise festzulegen. Während der Messung wurden die Messstäbe häufig mit der Matrize verglichen, nachdem vorher deren Länge mittels des Eisen-Normals bestimmt war. Da die mittlere Temperatur während der Messung $+13°$ R betrug (die Normaltemperatur des Etalons), so wurde keine Correction an die Länge der Normaltoise angebracht. Die Methode der Messung war Contactbeobachtung; zu diesem Behufe waren die Stäbe mit Eisenlamellen versehen, von denen die eine in eine Ebene, die andere in eine convexe Fläche endigte Die Stäbe wurden direct auf die Erde gelegt und mittels untergelegter Keile horizontirt. Das Alignement wurde in der Französischen Weise ziemlich roh ausgeführt; die Ablothungen geschahen mittels Loth. Die Basis wurde in dieser Weise dreimal gemessen; die Resultate der drei Messungen waren:

6410 Klafter 5 Fuss 11 Zoll
6410 „ 5 „ 8 „
6410 „ 5 „ 0 „;

der mittlere Fehler beträgt also $^1/_{77000}$ der Länge. Ein weiteres Kriterium für die Güte der Messung existirt nicht, da keine Controlbasis gemessen worden ist. Dies ist sehr zu bedauern, besonders da eine zweite Basis dem P. Liesganig gewaltige Fehler in seiner Winkelmessung gezeigt haben würde. Als nämlich der Oesterreichische Generalstab im Jahre 1806 die Liesganig'sche Kette nachmaass[2]), zeigten sich die Dreieckseiten von Brünn bis Wien und auch noch weiter südlich nahezu identisch mit Liesganig's Werthen. In dem Dreiecke Wildon-Urban-Magdalenen war aber der Winkel in Urban um 3° falsch, was Liesganig hätte sehen müssen, wenn er, wie er behauptet, stets alle drei Winkel im Dreiecke gemessen hätte. Hierdurch ist nun die ganze Kette verschoben; einzelne Seiten werden bis zu *2500 Toisen* falsch; der südliche Endpunkt Warasdin ist um *4500 Toisen* zu weit nach Osten, um *260 Toisen* zu weit nach Süden gerückt; diese enormen Fehler hätten Liesganig nicht entgehen können, wenn er eine zweite Basis gemessen hätte. Da nun auch in Liesganig's astronomischen Messungen zahlreiche grobe Fehler nachgewiesen worden sind, so könnte man auch die Basismessung für verdächtig halten; dies scheint aber nicht begründet zu sein, wie wir später sehen werden.

Eine zweite Basis hat Liesganig im April 1763 ganz in derselben Weise wie die vorige, jedoch mit anderen Maassstäben, Holzstäben von *7 Toisen* Länge, gemessen. Dieselbe liegt unweit der vorigen auf dem Marchfelde bei Wien; die beiden Grundlinien sind aber nicht durch Winkelmessung miteinander verbunden, wenigstens macht Liesganig keine Angaben hierüber. Die Basis diente auch nicht für Liesganig's Gradmessung, sondern sollte die Cassini'sche Längengradmessung zwischen Strassburg, München und Wien controliren. Die Grundlinie ist zweimal gemessen worden; die

---

[1]) Dimensio graduum Meridiani Viennensis et Hungaricae peracta a J. Liesganig. Vindobonae 1770. S. 1 und 61. Lotos. *6.* 55. Prag 1856. — [2]) Zach. Monatl. Corr. *23.* 151. Gotha 1811.

Differenz zwischen beiden Messungen betrug *6 Zoll*, bei einer Länge von *6216 Toisen*. Die aus der Winkelmessung folgende Länge sollte etwa um *1 Toise* hiervon differiren. Nach den später bei der Besprechung der Deutschen Grundlinien zu erwähnenden Arbeiten Amman's, der einen Theil der Cassini'schen Messungen revidirt hat, kann dieser Betrag aber nur auf einer glücklichen Compensation grösserer Fehler beruhen.

Einige Jahre später (1769) führte Liesganig eine zweite Gradmessung in Ungarn aus, zwischen Szegedin und Peterwardein. Obwohl die Amplitude des Bogens nur 1° umfasst, sind doch die Endpunkte durch eine Kette von 26 Dreiecke verbunden, da die Dreieckseiten des Terrains wegen sehr klein[1]) gewählt werden mussten; die Endseiten im Norden und Süden konnten direct gemessen werden. An den Messungen dieser Grundlinien nahmen ausser Liesganig und seinem Gehilfen noch zwei Officiere Theil, die ihm zur Unterstützung beigegeben waren; beide Theile maassen jede Grundlinie unabhängig von einander. Die Messungen geschahen auf dieselbe Weise wie früher, jedoch ging Liesganig hier von den unhandlichen langen Messstäben ab und wählte solche von *3 Toisen* Länge; da ferner die Temperaturen während der beiden Messungen sehr verschieden von einander waren — die mittlere Temperatur betrug bei der südlichen Basis + 21°, bei der nördlichen + 10,5° R. — so musste die Ausdehnung des Eisennormals berücksichtigt werden; dies geschah mit Hilfe des La Condamine'schen Ausdehnungscoefficienten. Die Resultate der beiden unabhängigen Messungen einer Grundlinie sollen nicht mehr als *1 Zoll* differirt haben, was bei der südlichen Basis $^1/_{13000}$, bei der nördlichen $^1/_{19000}$ betragen würde; leitet man aber mit Hilfe der Winkelmessung die eine Basis von der anderen ab, so erhält man eine mit Rücksicht auf die geringe Länge der Seiten ziemliche grosse Differenz; es darf allerdings nicht vergessen werden, dass die Anzahl der Dreiecke, durch welche die Rechnung geht, gross ist. Die Länge der südlichen Grundlinie betrug *3981,4*, die der nördlichen *2704,0 Toisen*; letztere Länge ergab sich aus der Winkelmessung abgeleitet zu *2703,4 Toisen*.

Von Liesganig liegt weiter eine Aufnahme von Galizien vor, von der mir aber weiter nichts bekannt ist, als dass sie von drei mit hölzernen Stäben gemessenen Grundlinien ausging[2]).

Eine von Schiegg in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts ausgeführte Detail-Triangulirung von Salzburg, welcher eine kleine Basis von *787,7 Toisen* zu Grunde lag, mag deshalb einiges Interesse erregen, weil an ihr A. v. Humboldt Theil nahm[3]).

Einige gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in den damaligen italienischen Besitzungen Oesterreichs vorgenommene geodätische Operationen haben schon Erwähnung gefunden. — Im Jahre 1806 begann eine Neuvermessung des Oesterreichischen Kaiserstaates unter Leitung des Generals Mayer v. Heldensfeld[4]). Derselbe beabsichtigte zunächst drei Dreiecksketten zu legen, von Salzburg nach der Bukowina, im Meridiane von Wien und in dem von Tokay. Die zweite Kette wurde zuerst in Angriff genommen; man ging hierbei von der Liesganig'schen Basis von Wiener Neustadt aus, legte von dort eine Kette nach Brünn und controlirte die Messung durch eine zweite Grundlinie bei Wels[5]). Dieselbe wurde mit vier Holzmaassstäben von je *4 Wiener Klafter* Länge gemessen; an den Enden derselben befanden sich Eisenlamellen, auf welchen feine, von den Endflächen etwas entfernte Linien die Stangenlängen begrenzten; bei der Messung wurden die beiden aneinander grenzenden Endlinien in Coincidenz gebracht. Die Längen der Stäbe beruhten auf einer stählernen Copie des Liesganig'schen Normals; das Stahl-

---

[1]) Liesganig, Dimensio graduum etc. S. 233. — [2]) Zach, Monatl. Corr. *4*. 334. Gotha 1801. — [3]) Zach, Allg. Geogn. Eph. I. 167. Gotha 1798. — [4]) Zach, Monatl. Corr. *15*. 461. Gotha 1807. — [5]) A. a. O. *18*. 21. Gotha 1808.

maass wurde täglich viermal mit den Holzstäben verglichen und hierbei die Ausdehnung des Stahls in Rechnung gezogen. Die Stäbe lagen an ihren Enden auf Stativen, welche in den drei Richtungen beweglich waren; um der bei dieser Art der Auflage zu fürchtenden Biegung der langen Stangen entgegenzuwirken, wurde die Mitte derselben noch durch ein drittes festes Stativ unterstützt; hierdurch dürften aber unter Umständen Fehler im entgegengesetzten Sinne entstanden sein. Um die Stäbe horizontal legen zu können, war jeder mit einem fest angebrachten Niveau versehen. In dieser Weise — genauere Einzelheiten der Messung werden leider nicht mitgetheilt — wurde die Basis von Wels, *7904 W. Klafter* lang, im Jahre 1806 zweimal gemessen; die Genauigkeit der Messung war nicht gross, die Differenz zwischen beiden Messungen betrug *0,36 W. Klafter.*

Die aus der Basis abgeleitete erste Haupt-Dreieckseite ergab sich zu *18070,761 W. Klafter*, während die Länge derselben Seite aus der Liesganig'schen Basis von Wiener Neustadt, durch 41 Dreiecke abgeleitet, zu *18070,178 W. Klafter* erhalten wurde; hiernach scheint die Basismessung von Liesganig gut gewesen zu sein[1]). Die Basis von Wels wurde von Major v. Babel gemessen; derselbe soll schon im Jahre 1805 bei Nona in Dalmatien eine Basis gemessen haben, über die ich aber nichts Näheres habe in Erfahrung bringen können.

Im weiteren Verlaufe dieser Arbeiten wurde im Jahre 1810 eine Grundlinie bei Pest gemessen. Für dieselbe wurde ein neuer Apparat gebaut, mit dem bis in die neueste Zeit alle Oesterreichischen Grundlinien gemessen worden sind und dessen Besprechung daher einem späteren Abschnitte dieser Abhandlung vorbehalten bleiben muss.

(Fortsetzung folgt)

Ueber ein verbessertes Spectrometer.

Von
J. Freyberg, Assistent am K. Polytechnicum in Dresden.

Vor mehr als Jahresfrist wurde die mechanische Werkstatt der Herren Hildebrand & Schramm (vormals A. Lingke & Co.) in Freiberg i./S. von Herrn Geh. Hofrath Prof. Toepler beauftragt, dem physikalischen Institute des Königl. Polytechnicums in Dresden ein für den Gebrauch im Laboratorium recht praktisches Spectrometer zu liefern. Die genannte Firma hat sich dieses Auftrags in einer Weise erledigt, welche es geeignet erscheinen lässt, die Construction dieses Instruments weiteren Kreisen bekannt zu geben.

Der Hauptvortheil dieses Spectrometers vor den bisher gebräuchlichen besteht in der fast unbeschränkten Bewegbarkeit des Fernrohrs um die Verticale, eine Eigenschaft, welche bei der verschiedensten Benutzung des Apparates sehr zu Statten kommt. Eine wesentliche Neuerung bildet ferner die durch den ganzen Aufbau des Instruments ermöglichte Verwendung eines bequem ablesbaren Theilkreises von erheblichem Durchmesser, sowie eines umfänglichen Prismentischchens.

Die Einrichtung dieses Spectrometers ist in Ansicht und Durchschnitt durch die beiden Figuren 1 und 2 dargestellt. Auf drei mit Stellschrauben versehenen Füssen ruht eine kreisförmige gusseiserne Platte *P*, welche unten durch Rippen verstärkt ist und nach oben zu centrisch einen kräftigen Zapfen *Z* trägt, der sammt der Kreisplatte central

[1]) Dies war die einzige Liesganig'sche Basis, deren Endpunkte wieder aufgefunden wurden und deren Länge daher controlirt werden konnte. Vgl. Mittheil. der k. k. Milit. Geogr. Instituts. I. 22. Wien 1881.

durchbohrt ist. Um diesen Hohlzapfen, welcher die Hauptaxe des Instrumentes bildet, ist eine Büchse B nebst einem mit ihr festverbundenen Limbus und einem Fernrohre F drehbar; die Centralschraube S_1 dient dazu, diese bewegbaren Bestandtheile festzustellen. Die Theilung ist auf einem Kreise von 200 mm Durchmesser mit grosser Präcision bis in Viertel-Grade ausgeführt und von vorzüglicher Deutlichkeit.

An einer besonderen Axe A, welche genau in die Hohlaxe des Apparates passt, und deren Bewegung mittels der Centralschraube S_2 gehindert werden kann, sitzt die Alhidade. Die beiden Nonien n der letzteren sind in den Ausschnitten einer Messinghülle H angebracht, welche den Theilkreis vor Berührung und Beschädigung schützt.

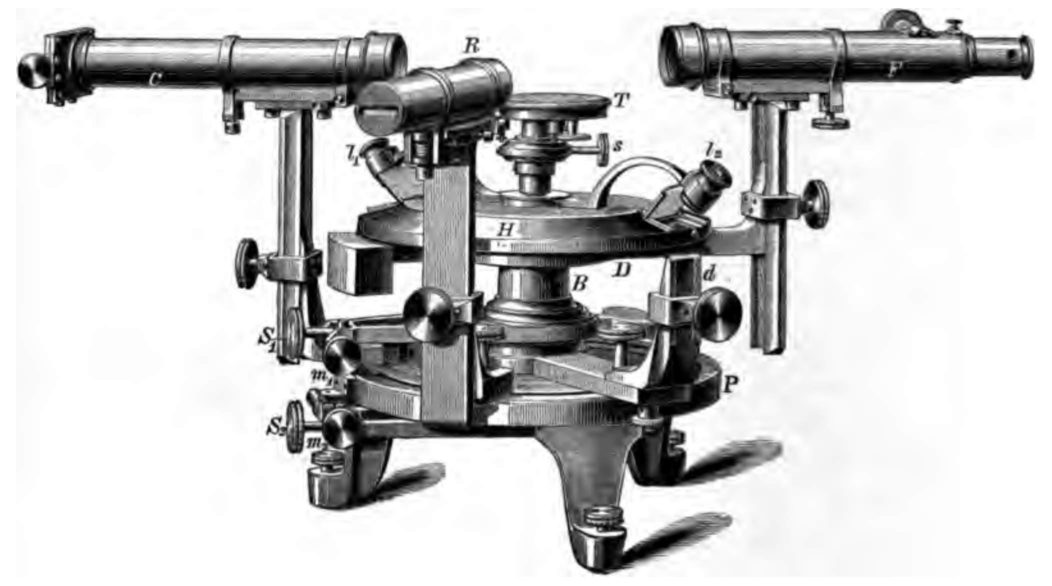


Fig. 1.

Nur vor den Nonien ist die Gradtheilung durch Glasplättchen sichtbar; durch schrägstehende, an der Schutzkapsel H befestigte Blenden aus Milchglas wird Limbus und Nonius daselbst erhellt und die Einstellung mittels der an einem drehbaren Doppelarme sitzenden Lupen l_1 und l_2 abgelesen. Zur Feineinstellung der Alhidade wie des Limbus sind neben den Klemmvorrichtungen S_1 und S_2 die Mikrometerwerke m_1 und m_2 angebracht.

Auf dem oberen Ende der Axe A sitzt mittels einer Büchse das Spectrometertischchen T von 80 mm Durchmesser. Dasselbe ist nach Lüftung der Schraube s für sich allein, sonst mit der Alhidade um die Verticale drehbar.[1]) Um letztere dreht sich auch ein an der Büchse B sitzender Doppelarm D, der auf der einen Seite das Spectrometerfernrohr F, auf der anderen ein dasselbe aequilibrirendes Gewicht trägt. Auf diesem Arme kann das mit beleuchtbarem Fadenkreuze und mit Oculartrieb versehene Fernrohr fast um 360° in der Horizontalen bewegt werden. Dasselbe kann mit dem Hilfsarme d geschehen; dieser ist dazu bestimmt, das Fernrohr in gewissen Fällen zu tragen, z. B. wenn Messungen von brechenden Winkeln bei feststehendem Fernrohre und drehbarem Theilkreise ausgeführt werden sollen. Dieser Fernrohrträger besteht aus

[1]) Neuerdings wird das Spectrometertischchen anstatt mit der einfachen Klemmvorrichtung s stets mit einer Centralklemme und einem Mikrometerwerk versehen. Dadurch wird einestheils die Feststellung des Tischchens eine leichtere und viel sichrere, anderntheils wird eine Feineinstellung desselben ermöglicht, die bei einigen spectrometrischen Methoden sehr erwünscht ist. Durch diese Vervollkommnung wird der Mechanismus nicht complicirter; das Tischchen bleibt, wie bei der bisherigen Ausführung, von der Axe leicht abnehmbar.

einem horizontalen, auf der Platte *P* aufliegenden und um die Hohlaxe des Instruments drehbaren Arme *a*, auf dem am Ende ein Kniestück *K* festgeschraubt ist, an dessen verticalen Theil das Fernrohr mit seiner Stütze angeklemmt werden kann. Die Feststellung des ganzen Hilfsarmes *d* wird mittels der Schraube *M* durch folgende Einrichtung ermöglicht. Die Dreifussplatte *P* besitzt in der Nähe ihres Randes eine Kreisnut von schwalbenschwanzförmigem Querschnitte. In diese Nut kann durch eine Oeffnung von untenher ein Block, vom nämlichen Querschnitte wie die Nut, eingesetzt werden, der durch Anziehen der Schraube *M* an die schrägen Nutflächen angepresst wird und so eine Bewegung von *d* unmöglich macht.

In ähnlicher Weise ist der zu dem Instrument gehörige Collimator *C*, wie auch ein zu spectralanalytischen Zwecken dienendes Rohr *R* mit photographirter Scale angebracht. Diese Spectrometerbestandtheile sitzen an Kniestücken, ähnlich *K*, nur ist deren horizontaler Theil stärker und länger ausgeführt, da dieser direct auf die Platte *P* zu liegen kommt und dort durch eine Schraube, ganz wie bei *d*, mit einem in der Kreisnut liegenden Blocke verbunden ist. Collimator wie Scalenrohr lassen sich also bei lockerem Anziehen der Schraube in der Nut um die Instrumentenaxe bewegen und durch festes Anziehen in irgend einer geeigneten Position feststellen.

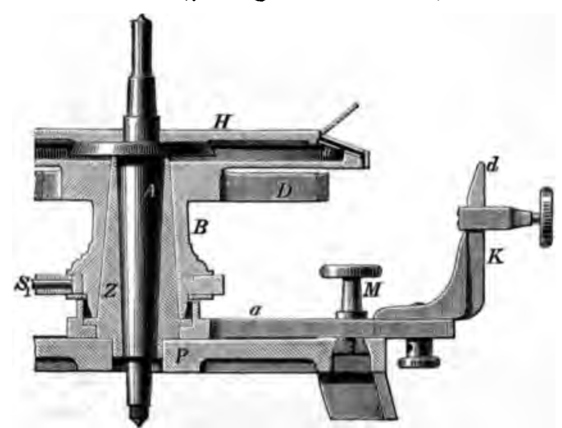


Fig. 2, 3/10 d. wirkl. Grösse

Zur Correction des Instruments und seiner Bestandtheile sind ausreichende Vorrichtungen in zweckmässiger Weise angebracht.

Die Ausführung des Spectrometers ist bis in seine kleinsten Bestandtheile eine sehr sorgfältige und solide, und dabei höchst elegante.

Das vorbeschriebene Spectrometer hat im hiesigen physik. Laboratorium in der Hand von minder geübten Studirenden vielfache Benutzung gefunden und sich dabei vorzüglich bewährt. Dasselbe ist bisher hauptsächlich zur Ausführung goniometrischer und spectrometrischer Arbeiten nach verschiedenen Methoden mit Vortheil benutzt worden, es dient aber auch zu spectralanalytischen Untersuchungen und zu einfachen Winkelmessungen in der Horizontalen, wie solche bei der Bestimmung der Brennweite und der Krümmungsradien von Linsen, bei Wellenlängebestimmungen mit einfachem Spalte oder mit dem Gitter und dergl. mehr vorkommen.

Einige neue optische Apparate von Prof. Abbe.

Von
Dr. **S. Czapski** in Jena.

(Fortsetzung.)

III. Einrichtungen zur Fädenbeleuchtung bei astronomischen Instrumenten.

Die Fädenbeleuchtung (Dunkelfeldbeleuchtung) in astronomischen und ähnlichen Instrumenten wird gegenwärtig allgemein so zu Stande gebracht, dass man von der Ocularseite her Licht auf den mikrometrischen Apparat dirigirt. Die Pointirungsmarken, z. B. Fäden des letzteren, werden dann durch Reflexion des Lichts nach dem Auge hin sichtbar.

Der Natur der Sache nach ist diese Beleuchtungsweise auf Objecte mit reflectirender Oberfläche beschränkt, wie es die als Pointirungsmarken meist gebrauchten Spinnfäden sind; die Einrichtung bringt eine ziemliche Complication der mechanischen Einrichtung mit sich, welche zwar bei grossen Instrumenten wenig ins Gewicht fällt, bei den kleineren transportablen Instrumenten aber den Gebrauch der Fädenbeleuchtung, der bei diesen nicht minder wünschenswerth ist, von vornherein fast vollständig ausschliesst.

Die im Folgenden beschriebene Beleuchtungsmethode, welche an Instrumenten der hiesigen Sternwarte seit einiger Zeit ausgeführt und erprobt worden ist, bietet in beiden Beziehungen eine Verbesserung dar. Erstens beseitigt sie die erwähnte Beschränkung auf reflexionsfähige Pointirungsmarken, so dass also namentlich auch eingeschwärzte Diamantstrichtheilungen auf Glas Verwendung finden können, und führt zweitens eine grosse Vereinfachung der optischen und mechanischen Einrichtung dadurch herbei, dass die Lichtzuführung für die Fädenbeleuchtung ganz wie bei der gewöhnlichen Feldbeleuchtung von der Seite des Objectivs her bewirkt wird. Deshalb gestattet sie auch bequeme Anwendung bei kleinen Instrumenten.

Zur Orientirung über die Grundlagen der Methode werde der Beschreibung der Einrichtungen eine allgemeine Erläuterung der Sache vorangeschickt.

Bekanntlich ist der Ocularkreis (Augenkreis, Augenöffnung, Ramsden'sche Kreis) vor dem Ocular eines Fernrohres nichts Anderes als das reelle Bild der Objectivöffnung, welches von dem Ocularsystem nahe dessen hinterer Brennebene entworfen wird.

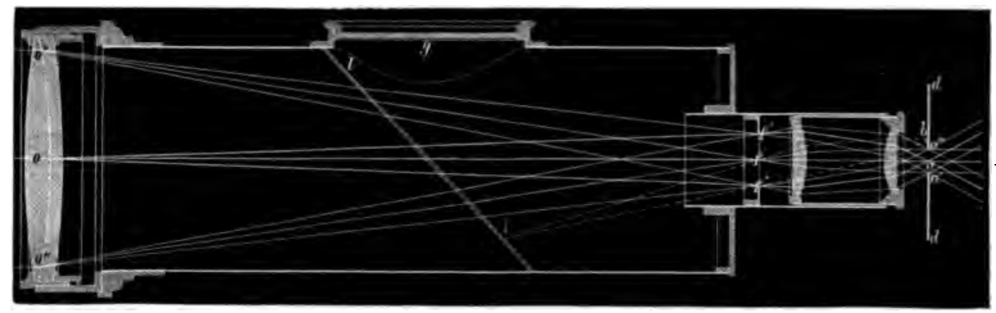


Fig. 1.

In Fig. 1, welche den Durchschnitt durch ein astronomisches Fernrohr (absichtlich in starker Verzerrung) und den Gang einiger Strahlen in demselben schematisch darstellt, ist a' a'' dieser Augenkreis, a' das Bild des Punktes o', a'' das von o'', a von o u. s. w. — Ueber die Bedeutung, die dem Augenkreis, als der „Austrittspupille" des Systems (nach der Bezeichnung von Prof. Abbe) für den Vorgang der Abbildung selbst zukommt, siehe Dippel, das Mikroskop, 2. Aufl. 1882 Bd. I S. 56—73, oder desselben Verfassers Grundzüge der allgemeinen Mikroskopie, 1885. S. 34—41.

Für uns kommt hier wesentlich nur der eine Umstand in Betracht, dass alle Strahlen, die vom Objectiv und Ocular regelmässig gebrochen überhaupt aus dem Fernrohr austreten und ins Auge gelangen, nothwendig durch diesen Augenkreis hindurchtreten müssen. Dies lehrt ohne Weiteres eine nähere Betrachtung der gegebenen Zeichnung. Es ist aber wichtig, sich auch davon zu überzeugen, dass Strahlen, die nicht unter diesen regelmässig gebrochenen, im Raume o' o'', f' f'' verlaufenden enthalten sind, die Ebene der Augenöffnung an einer anderen Stelle schneiden, also nicht durch a' a'' hindurchtreten. Zur Abkürzung der Ausdrucksweise will ich den Inbegriff der regelmässig gebrochen ins Auge gelangenden Strahlen, in der Ebene der Zeichnung zwischen o' f' a'', o'' f'' a' enthalten, den „normalen oder regulären Strahlencomplex" nennen. Die regulären Strahlen also passiren sämmtlich die Augenöffnung; irgend welche

andere in das Fernrohr hineingelassene Strahlen hingegen gehen nicht durch dieselbe. Befindet sich z. B. ein, mittelbar oder direct lichtgebendes Object in l, beliebig nahe am normalen Strahlencomplex aber noch ausserhalb desselben, so kann kein Strahl des von l ausgehenden Lichtes durch regelmässige Brechungen in den Kreis $a' a''$ gelangen. Die Strahlen $l f'$, $l f''$ haben grössere Neigungen gegen die Hauptstrahlen $o f'$, $o f''$ der in f', f'' convergirenden Büschel als irgend welche vom Objectiv ausgegangenen Strahlen derselben Büschel; daher schneiden sie die Brennebene des Oculars in den Punkten b, in grösserer Entfernung von der Axe a als die Strahlen des regulären Strahlencomplexes; d. h. die Punkte b liegen ausserhalb $a' a''$. Bringt man daher hinter dem Ocular, in der Ebene, in welcher der Augenkreis liegt, ein Diaphragma $d\ d$ an, dessen lichte Oeffnung genau so gross ist, als dieser Augenkreis, so ist allen Strahlen, die nicht zum normalen Strahlencomplex gehören, der Austritt aus dem Fernrohre abgeschnitten. Hingegen ist es von vornherein sehr gut denkbar, dass Strahlen, welche, wie z. B. die von l ausgehenden, ursprünglich nicht zu dem normalen Complex gehören, durch irgend welche Ablenkungen fremder Natur, die sie in ihrem Verlauf erfahren, in denselben hineingelenkt werden können, in Folge dessen den Ocularkreis passiren und trotz der angenommenen physischen Begrenzung bei $a' a''$ aus dem Ocular heraus ins Auge gelangen.

Solche abgelenkte Strahlen werden im Allgemeinen als „Nebenlicht" merkbar werden und für gewöhnlich den Eindruck einer Erhellung des Sehfeldes hervorbringen. Findet aber die betreffende Ablenkung, die dieselben in den normalen Strahlencomplex führt, im Speciellen in der Focalebene des Objectivs, $f' f''$ statt, also in der Mikrometerebene, auf welche das Auge mittels des Oculars eingestellt ist, so wird an die Stelle des unbestimmten Eindruckes einer allgemeinen Erhellung des Gesichtsfeldes der besondere treten, dass die ablenkenden Objecte selbst, als Convergenzpunkte einer Lichtausbreitung hell erscheinen d. h. sichtbar werden, während das übrige Gesichtsfeld durch das Nebenlicht keinerlei Erhellung erfährt, und daher völlig dunkel bleibt.

Bringt man daher bei einem mit Mikrometerfäden versehenen Fernrohr eine Lichtquelle irgend welcher Art ausserhalb des normalen Strahlencomplexes (aber innerhalb des Fernrohres) an, so erscheint bei directem Hineinsehen in das Ocular, wenn das Fernrohr gegen den dunklen Himmel gerichtet wird, das ganze Gesichtsfeld mehr oder weniger gleichmässig erhellt und die Fäden als dunkle Linien auf hellem Grunde. Nimmt man dann aber eine solche Begrenzung des Augenkreises vor, wie sie im Vorangehenden beschrieben ist, so sieht man in vollkommen schwarzem Gesichtsfeld die Fäden als helle, weisse Linien.

Dies erklärt sich nach dem Vorausgeschickten ohne Schwierigkeit. Die Spinnfäden, nichts Anderes als dünne Kreiscylinder aus durchsichtiger Substanz, geben nach den Gesetzen der Brechung an cylindrischen Flächen in der That zu beträchtlichen Ablenkungen der auf sie fallenden Lichtstrahlen Anlass. Das von l auf den Spinnfaden f (Fig. 2, Querschnitt, stark vergrössert) fallende schmale Lichtbündel $l f$ würde sich ohne Dazwischentritt des Fadens in der Richtung nach r weiter fortpflanzen und in Folge dessen, den normalen Strahlencomplex durchkreuzend, schliesslich vom Diaphragma $d\ d$ abgeblendet werden. Der Spinnfaden aber, als Cylinderlinse wirkend vereinigt die Strahlen kurz hinter sich in einer Brennlinie c, von der aus sie in einem weiten Winkelraum $q\ c\ q'$ divergiren. Dadurch geräth ein Theil der Strahlen, z. B. die in dem Büschel $a' c\ a''$ enthaltenen, in den normalen Strahlencomplex hinein und kann nach der



Fig. 2.

Brechung durch das Ocular schliesslich trotz der Beschränkung der Augenöffnung ins Auge gelangen.[1]) Man sieht also, dass Spinnfäden bei der angenommenen Art der Diaphragmirung von hinten beleuchtet, dennoch hell auf dunklem Grunde erscheinen müssen.

Dass jedoch Brechung des Lichtes in durchsichtigen Objecten nicht die einzige Ursache ist, aus welcher Lichtablenkungen der gewünschten Art entspringen können, lehrt die einfache Thatsache, von der man sich ohne Weiteres überzeugen kann, dass genau dieselben Erscheinungen, die man mit Spinnfäden erhält, auch dann eintreten, wenn man statt deren ein System eingeschwärzter Diamantstriche auf Glas in die Mikrometerebene einführt. Auch solche völlig undurchsichtige Striche erscheinen unter den angenommenen Verhältnissen hell weiss auf dunklem Grunde. Da hier von Brechung und ebenso von Reflexion keine Rede sein kann, so ist klar, dass noch eine andere Quelle für Lichtablenkungen der fraglichen Art in Betracht zu ziehen ist. Dies ist die Beugung des an den Strichen vorbeigehenden Lichtes.

Um verständlich zu machen, inwiefern diese Beugung vollkommen schwarze Striche weiss erscheinen lassen kann, während gerade das umgebende durchsichtige und durchstrahlte Glas vollständig dunkel bleibt, möge zunächst an die mehr bekannten Beugungserscheinungen erinnert werden, welche offene Spalte in einem durchsichtigen Schirm ergeben. Ein Lichtbündel, welches durch einen solchen äusserst schmalen Spalt getreten ist, zeigt sich bekanntlich je nach der Breite des Spaltes mehr oder weniger verändert.

Auf einem etwa dem Lichte entgegen gestellten Schirm entwirft es durchaus kein scharfes Schattenbild der Spaltränder, sondern der Uebergang von Hell zu Dunkel erfolgt ganz allmälig. Das Licht geht also nicht als ein parallelstrahliges Bündel von dem Spalt aus weiter, sondern erfährt an diesem eine büschelförmige Ausbreitung, wobei seine Intensität von der Richtung an, in welcher es einfällt, und in der sie am grössten ist, bis zu völliger Dunkelheit abnimmt. Der Winkelraum u dieses Büschels, gerechnet von der Einfallsrichtung bis zu den Richtungen völliger Dunkelheit, hängt ab von der Wellenlänge des angewandten Lichtes und der Breite des Spaltes. Wenn das Licht senkrecht zu der Wand, in der sich der Spalt befindet, einfällt, so reicht das Büschel gleich weit zu beiden Seiten des Spaltes; gemäss der Formel $\sin u = \frac{\lambda}{b}$ z. B. bei einer Spaltbreite $b = 3\,\lambda$ beiderseits bis etwa 20°. Wenn dagegen das Licht gegen die Wand geneigt einfällt, d. h. mit deren Normalen einen Winkel v bildet, so ist das Büschel enger auf der Seite der Normalen, gemäss der Formel $\sin u + \sin v = \frac{\lambda}{b}$ worin u und v die Winkel mit der Normalen bedeuten; es reicht z. B. bei derselben Spaltbreite $b = 3\,\lambda$ und einem Incidenzwinkel v von 9°,5 ($\sin v = {}^1/_6$) einerseits bis etwa 21°, andererseits bis 19°, von der Einfallsrichtung an gerechnet. Also auch auf der Seite der Normalen geht es noch um 9°,5 über diese hinaus. Wie die Formel zeigt und durch die Erfahrung bestätigt wird, ist das Büschel um so breiter, je enger der Spalt ist, und umgekehrt. Dies ist für das Folgende besonders zu beachten.

Neben diesem mittleren Hauptbüschel und von ihm durch dunkle Zwischenräume getrennt, treten zu beiden Seiten noch Nebenbüschel auf, von schnell abnehmender, und

---

[1]) In Wirklichkeit wird der Effect eines Cylinders von so geringer, nur ein kleines Vielfaches einer Wellenlänge betragenden Dicke auf die hindurchgehenden Lichtstrahlen nicht mehr nach den Gesetzen der Brechung vollständig bestimmt werden können. Die auftretende Lichtausbreitung wird von derjenigen, die ein dicker cylindrischer Stab hervorbringen würde, erheblich abweichen, weil in dem gegebenen Falle die Brechung ein complicirtes Beugungsphänomen einschliesst. Für das Endresultat kommt es jedoch nur darauf an, dass überhaupt eine büschelförmige Ausbreitung des hindurchtretenden Lichtes hinter dem Faden stattfindet. Die besondere Art dieser Ausbreitung ist unwesentlich, und darum die besondere Complication dieses Falles oben ausser Acht gelassen worden.

von vornherein erheblich geringerer Intensität als das erste. Diese kommen darum für uns weniger in Betracht.

Wesentlich ist die zuerst erwähnte Büschelausbreitung, denn diese würde, wenn der Spalt sich an Stelle des Spinnfadens in der Mikrometerebene des Fernrohres befände, gerade wie die Brechung bei jenem, wieder dazu führen, dass ein Theil des Lichtes von *l*, welches direct weitergehend schliesslich von dem Diaphragma *d d* gänzlich abgeblendet werden würde, in dessen Oeffnung *a' a''* gelangt. Wiederum wird einem dahinter befindlichen Auge der Spalt *s*, von dessen einzelnen Punkten aus die nach *a' a''* gelangenden Büschel divergiren, wie selbstleuchtend, hell erscheinen.

Nun handelt es sich für uns nicht um Spalte in undurchsichtigem Schirm, sondern umgekehrt um undurchsichtige Streifen (Stäbchen) auf durchsichtigem Untergrund. Hierbei kommt aber ein allgemeiner Lehrsatz der Diffractionstheorie zur Geltung, welcher besagt:

Genau dasselbe Beugungsspectrum nach Intensitätsabstufung und räumlicher Ausbreitung, welches Oeffnungen in undurchsichtigem Schirm ergeben, bewirken undurchsichtige Stellen, die jenen Oeffnungen congruent sind und sich in vollkommen durchsichtigem Felde befinden — mit dem einzigen Unterschiede, dass die Intensität in der Einfallsrichtung des Lichtes und nur in dieser einen Richtung je nach den Umständen beliebig verschieden sein kann. Das übrige Büschel, welches um diese Einfallsrichtung herum liegt, ist im einen Falle genau gleich beschaffen, wie im anderen (Babinet'sches Princip).

Hat man also ein System von undurchsichtigen Strichen geeigneter Breite, so müssen diese bei seitlicher Beleuchtung und Diaphragmirung des Augenkreises ebenso wie schmale spaltförmige Oeffnungen in undurchsichtigem Schirm als helle Striche im dunklen Felde sichtbar werden.

Die blosse Berufung auf den oben angeführten allgemeinen Lehrsatz der Diffractionstheorie giebt allerdings keine eigentliche Erklärung der angeführten Thatsache und hebt das scheinbare Paradoxon nicht auf, das darin liegt, dass vollkommen schwarze (undurchsichtige und reflexionslose) Objecte, von der Rückseite her beleuchtet mittels der besprochenen Einrichtung wie lichtstrahlende Objecte auf dunklem Grunde sichtbar werden. Sie besagt vielmehr nur, dass diese Thatsache, so sonderbar sie auf den ersten Blick auch erscheint, eine nothwendige Folge aus anerkannten Theorien ist.[1]) Da aber eine weiter ins Einzelne gehende Erklärung des Vorgangs — die an sich keine Schwierigkeiten bietet — etwas weitläufige Erörterungen nöthig machen würde, welche dem Theoretiker nichts Neues bieten und dem Praktiker nichts helfen würden, so mag das Gesagte hier genügen. Hierzu mag nur noch bemerkt werden, dass auch bei den Spinnfäden dieselbe Ursache, Beugung des vorbeipassirenden Lichts mit wirksam sein muss, denn neben derjenigen Wirkung, welche die Spinnfäden auf die hindurchtretenden Strahlen ausüben, haben sie noch die andere, die Wellenfläche der einfallenden Lichtstrahlen zu unterbrechen, ganz in derselben Weise, wie undurchsichtige Stäbe von gleicher Dicke es thun würden. Bei diesen durchsichtigen Fäden summirt sich also der zuletzt betrachtete Beugungseffect mit der zuvor discutirten Ablenkungswirkung.

---

[1]) Thatsächlich ist die hier beschriebene Methode der Beleuchtung aus einer solchen rein theoretischen Erwägung am Leitfaden des Babinet'schen Princips hervorgegangen. Sie wurde auch zuerst mit einem eingeschwärzten Diamantstrich-Gitter in Ausführung gebracht und erst nachher auf Netze aus Spinnfäden angewandt. — Den Anstoss zu den betreffenden Versuchen hat Herr Prof Bruns in Leipzig gegeben, indem er gesprächsweise Herrn Prof. Abbe gegenüber die Vortheile hervorhob, welche bei transportablen Instrumenten zu geodätisch-astronomischem Gebrauch die Anwendung von Diamantstrich-Netzen bieten würde, wenn es gelänge, dieselben auf bequeme Weise im dunklen Felde sichtbar zu machen.

Die praktische Ausführung des Verfahrens, insbesondere die Einrichtung der Beleuchtung wird am besten aus zwei Beispielen deutlich werden, welche die zu dem vorliegenden Zwecke an zwei hier befindlichen Instrumenten getroffenen Vorkehrungen darstellen.

Ein älteres Universalinstrument von Pistor und Martins mit einem Fernrohr von 40 mm Oeffnung und gewöhnlichem Fadennetz ist ursprünglich nur für Feldbeleuchtung eingerichtet. Dazu hat das Fernrohr (S. Fig. 1) in der Mitte seiner Rohrlänge seitlich einen Ausschnitt, der mit einer Glasplatte *g* bedeckt ist. Durch diesen fällt das Licht der Umgebung oder einer Lampe auf einen im Innern des Rohres unter 45° geneigten, elliptischen, nach der Ocularseite hin weissen Ring *l l'*, der so weit ausgeschnitten ist, dass er die vom Objectiv kommenden Strahlen ungehindert hindurchlässt. Dass dies der Fall ist, erkennt man durch Betrachtung des Oeffnungsbildes mit der Lupe. Wenn man nämlich das Fernrohr gegen einen hellen Hintergrund richtet und auf *g* bezw. *l l'* Licht fallen lässt, so erscheint der Augenkreis *o* (Fig. 3) noch von einem weissen Ring *l l* umgeben, der von ihm durch einen schmalen dunklen Zwischenraum getrennt ist. Dieser Ring ist das Bild des Ringes *l l'*. Das Vorhandensein des dunklen Zwischenraums ist der Beweis dafür, dass die Objectivöffnung durch den Beleuchtungsring *l l'* keine Einbusse erfahren hat. Diesem Instrumente brauchte nur ein Diaphragma *dd* von etwa 1 mm Oeffnung hinzugefügt zu werden, um es für Fädenbeleuchtung einzurichten, und umgekehrt ist es nach Abschraubung des Diaphragmas ohne Weiteres wieder für Feldbeleuchtung eingerichtet. Die Grösse der Diaphragmenöffnung wurde gleich der des Augenkreises selbst gewählt und muss stets so gewählt werden. Die Ermittlung dieser Grösse und die Anbringung des Diaphragmas hat keine Schwierigkeit. Das erstere geschieht mit dem Ramsden'schen Dynameter. Dabei wird die Entfernung des Augenkreises von der letzten Ocularfläche oder dem Ocularrand gleich mitbestimmt. Man hat dann besonders auf eine gute Centrirung der Diaphragmenöffnung zu achten. Die Controle für die richtige Lage und Grösse dieser Oeffnung ist wieder durch Betrachtung ihrer Stellung zum Augenkreise zu gewinnen. Letzterer muss ganz und ohne Parallaxe in die Diaphragmenöffnung zu liegen kommen, während der den Augenkreis umgebende helle Ring völlig abgeblendet wird. Eine theilweise Abblendung des Augenkreises selbst wäre gleichbedeutend mit einer entsprechenden Abblendung der Objectivöffnung und muss daher vermieden werden. Eine mangelhafte Abblendung des hellen Nebenrings hat eine theilweise Erhellung des Sehfeldes zur Folge und muss daher auch verhütet werden. Dieselben Fehler entstehen, wenn die Diaphragmenöffnung nicht genau im Niveau des Augenkreises angebracht ist.

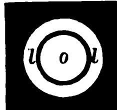
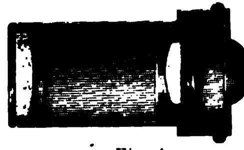


Fig. 3.

Eine günstige Form des Diaphragmas wird erhalten, wenn es nach dem Auge zu convex gemacht wird (Fig. 4), weil dies die möglichste Annäherung des Auges bequemer gestattet als etwa ein ebener Deckel. Damit es nicht zu viel Schwierigkeiten verursache, durch ein Diaphragma mit so enger Oeffnung, wie hier stets in Frage kommt, das Bild des Hilfslichtes vollständig, dagegen das der Objectivöffnung, d. h. den Augenkreis, gar nicht abzublenden, muss allgemein die Regel befolgt werden, das Hilfslicht, also im vorliegenden Falle den Ring *ll'*, nicht zu nahe an den normalen Strahlencomplex heran treten zu lassen. Je breiter der dunkle Ring ist, der den Augenkreis umgiebt, desto leichter ist die Anbringung eines passenden Diaphragmas. Natürlich darf man hierin auch wieder nicht zu weit gehen.


Fig 4.

Die einfache Anbringung eines Diaphragmas wird, wie in dem oben beschriebenen, so auch in allen anderen Fällen genügen, um das Instrument für Fädenbeleuchtung einzurichten, wenn ursprünglich Feldbeleuchtung vorgesehen ist und man im Oeffnungsbilde

hinter dem Ocular das Bild der Hilfslichtquelle abblenden kann, ohne den eigentlichen Augenkreis zu alteriren.

Das zweite Beispiel betrifft ein kleines Passageninstrument mit gebrochenem Fernrohr von ebenfalls 40 mm Oeffnung, welches mit einem Diamantstrichnetz versehen ist. Die bisher angewandte Feldbeleuchtung wurde mittels eines kleinen gleichschenklig-rechtwinkligen Prismas bewirkt, welches mit seiner Hypotenusenfläche auf die des Reflexionsprismas aufgekittet war, so dass in der Mitte des letzteren ein durchsichtiges Fenster von 2 bis 3 mm Durchmesser gebildet wurde. Durch dieses gelangte das Licht einer in der Verlängerung der hohlen Axe aufgestellten Lampe direct in das Sehfeld.

Um hier die schwarzen Striche der Theilung als weisse Linien auf dunklem Grund sichtbar machen zu können, wurde das Reflexionsprisma im Innern des Cubus — unter Beseitigung des aufgekitteten kleinen Prismas — auf einen neuen Rahmen montirt, welcher um das Prisma herum (d. h. an allen vier Seiten der vorderen quadratischen Fläche) schmale Durchbrechungen besitzt; ausserdem wurde hinter dem Prisma eine einfache planconvexe Linse *l* (Fig. 5) eingesetzt. Die Brennweite derselben ist so gewählt, dass die mit einer matten Glasplatte verschlossene Lichtöffnung an dem einen Ende

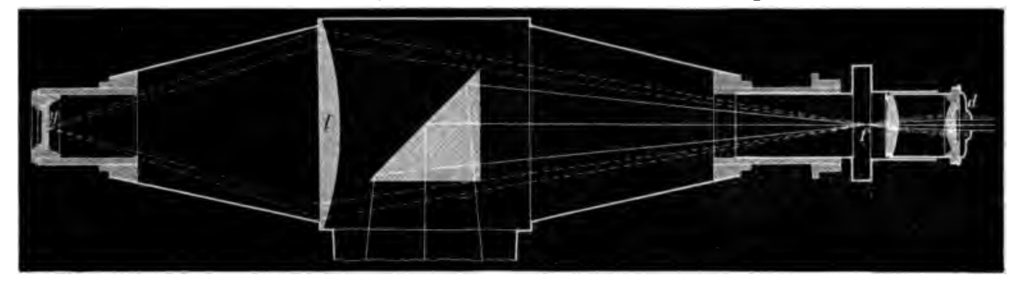


Fig. 5.

der Axe und das Sehfeld *f* des Fernrohrs am anderen Ende einander conjugirte Ebenen sind. Wie der in der Figur skizzirte Strahlengang sofort übersehen lässt, leitet die Sammellinse die durch die Lichtöffnung *g* eintretenden Strahlen der Beleuchtungslampe durch die Durchbrechungen im Rahmen des Prismas, oben und unten, rechts und links um das Prisma herum zu allen Punkten des Ocularfeldes *f*. Das Diaphragma *d* vor dem Ocular, dessen Oeffnung nach Ort und Grösse den eben angeführten Regeln entspricht, blendet diejenigen Strahlen, die das freie Sehfeld passiren, für das Auge ab und lässt nur das an den Strichen abgebeugte Licht hindurchtreten, durch welches sie auf dunklem Grunde sichtbar werden. Von den vier schmalen Beleuchtungsbüscheln, welche dabei dicht neben dem vom Objectiv ausgehenden Strahlenkegel herlaufen, vermittelt das eine Paar das Sichtbarwerden der Declinationsstriche, das andere Paar das Sichtbarwerden der Durchgangsstriche des Strichnetzes. Das Oeffnungsbild vor dem Ocular hat, mit der Lupe betrachtet, wenn das Diaphragma abgeschraubt ist, das in Fig. 6 dargestellte Aussehen. Der helle Kreis *o* ist das Bild der Objectivöffnung, das dunkle Quadrat *pp* das Bild des Reflexionsprismas, *ll* sind die Bilder der Lichtöffnungen in der der Deutlichkeit wegen durch Schraffirung hervorgehobenen Fassung des Prismas. Die letzteren werden durch das Diaphragma *d* vollständig verdeckt. Da bei dem in Rede stehenden Instrumente wegen engen Lumens der Axe die freie Oeffnung der Linse *l* im Durchmesser nur wenig grösser gemacht werden konnte als die Kathetenlänge des Reflexionsprisma, die genannten Lichtöffnungen daher sehr schmal geworden sind — nur etwa 2 mm breit bei etwa 20 cm Abstand vom Ocularfeld — so ist eine etwas intensive Beleuchtung erforderlich, wenn die Striche hell sichtbar werden sollen. Wo die Constructionsverhältnisse es gestatten, diesen Oeffnungen erheblich grössere Breite im Verhältniss zum Abstand



Fig. 6.

zu geben, wird die Beleuchtung wesentlich erleichtert sein. Indess reicht auch unter den angeführten Umständen eine kleine Studirlampe mit Milchglasglocke, in einigem Abstand vom Instrument aufgestellt, völlig aus. Die Striche erscheinen dabei sehr scharf und das Feld, abgesehen von den bald zu besprechenden hellen Punkten, fast ganz schwarz. *λ Ursae minoris* kann mit dem obigen Instrument (40 mm Objectivöffnung) sehr bequem beobachtet werden.

Soweit es sich bei der Anwendung der beschriebenen Beleuchtungsmethode um Netze aus Spinnfäden handelt, ist gar nichts weiter hinzuzufügen. Im Hinblick auf den Gebrauch von Diamantstrichtheilungen aber dürften einige Bemerkungen nicht überflüssig sein, namentlich auch wegen der Bedenken, welche gegen die Verwendung von solchen Theilungen überhaupt öfters geltend gemacht worden sind.

Unbedingt erforderlich für eine gute Wirkung derselben ist, dass die Striche eingeschwärzt d. h. die eingerissenen Furchen mit einer undurchsichtigen Substanz vollkommen ausgefüllt sind — was durch Einreiben von fein vertheiltem Graphit bewirkt wird. Um diesen Zustand unverändert zu erhalten, ist es aber nöthig, die Theilung sofort nach dem Einschwärzen der Striche durch ein mit Balsam aufgekittetes Deckplättchen dauernd abzuschliessen. Bei geringer Dicke kann ein solches Plättchen, wenn es auch nur annähernd planparallel ist, keinerlei nachtheiligen Einfluss auf die Genauigkeit und Sicherheit der Beobachtungen ausüben, wie eine einfache Ueberlegung zeigt. Durch das Bedecken der Theilung in der angegebenen Weise wird aber erreicht, dass die Diamantfurchen zu undurchsichtigen Fäden oder feinen Stäbchen werden, welche innerhalb der aus Glas und Balsam gebildeten Platte wie in einem homogenen Medium eingebettet sind. Der Balsam, der fast gleiches Brechungsvermögen wie das Glas hat, durchdringt die Graphitmasse und setzt dieselbe nach beiden Seiten hin in eine continuirliche Verbindung mit dem Glase.

Alle Einwendungen, welche gegen die Verwendung von Diamantstrichen als Pointirungsmarken gemacht worden sind, beziehen sich augenscheinlich auf die früher allein benutzten offenen Furchen, deren schwer definirbare und sehr veränderliche Einwirkung auf die hindurchtretenden Lichtstrahlen allerdings vielerlei Quellen der Unsicherheit einführt. Bei Strichen von der hier beschriebenen Beschaffenheit wäre es völlig unerfindlich, warum sie sich betreffs der Bedingungen ihrer Sichtbarkeit nicht genau so wie entsprechend feine Fäden oder Drähte verhalten sollten; die hier angestellten Versuche und Proben lassen in der That auch keinerlei Unterschied erkennen. Nur müssen die Furchen vollkommen rein gezogen sein, d. h. scharfe und geradlinige Ränder zeigen; sie müssen ausserdem eine genügende Tiefe besitzen, damit sie sich regelmässig einschwärzen lassen; unter dem Mikroskop bei 100 bis 200facher Vergrösserung lässt sich dies sicher beurtheilen. Bei solcher Beschaffenheit sind die Striche bei der Beobachtung durch das Ocular, sowohl auf hellem wie auf dunklem Feld im Aussehn durchaus nicht von entsprechend beleuchteten Spinnfäden zu unterscheiden.

Die Herstellung von Strichnetzen, welche den genannten Ansprüchen genügen, ist allerdings keineswegs leicht, da die Striche aus bald anzugebenden Gründen auch eine relativ beträchtliche Breite erhalten müssen, der Diamant deshalb mit starkem Druck arbeiten muss. Nur eine Unannehmlichkeit bringt die Anwendung solcher Strichnetze im Vergleich mit Fadennetzen neben den mancherlei handgreiflichen Vorzügen mit sich. Jeder kleine Politurdefect der Glasplatte oder des Deckplättchens und jedes Stäubchen, Graphitpartikelchen, welches beim Zusammenkitten auf den Glasflächen verblieben ist, erscheint bei Dunkelfeldbeleuchtung als ein heller Punkt im Sehfeld — was unter Umständen allerdings sehr störend werden kann; und es ist kaum möglich derartige Fehler ganz zu vermeiden. Bei hellem Felde werden sie nicht bemerkt.

Was die Breite der Striche anlangt, so ist es für eine bequeme Beobachtung im dunklen Feld wesentlich, dass dieselben nicht zu fein seien. Oben ist auseinandergesetzt, dass der Winkelraum des Büschels, in welches ein einfallendes Lichtbündel durch Beugung ausgebreitet wird, desto grösser ist, je schmaler die Spalte, bezw. die dunklen Striche sind. In die Pupille des Auges gelangt also ein um so geringerer Theil des gesammten Lichts, welches von je einem Strich aus weitergeht. Man wird darum die Striche so breit zu machen suchen, dass die Beugungsbüschel nur so weit werden, dass ein möglichst grosser Theil des gesammten von ihnen weiterstrahlenden Lichtes ins Auge gelangt. Andrerseits darf man hier nur bis zu derjenigen Grenze gehen, die durch den Zweck der Striche, als Pointirungsmarken zu dienen, gegeben ist. Als solche dürfen sie natürlich nicht breiter sein, als dass sie, mit dem Ocular gesehen, noch als einfache Linien ohne merkliche Breite erscheinen. Am besten ermittelt man die günstigste Strichbreite durch einen Versuch, indem man in die Mikrometerebene des bereits mit Hilfsbeleuchtung und Diaphragma versehenen Fernrohres eine Platte mit Strichen verschiedener, bekannter Breite einsetzt und sich durch den Augenschein davon überzeugt, welche davon am Besten gesehen werden. Die Breite von 2 bis 3 μ, welche die Spinnfäden meist haben, erweist sich auch bei Diamantstrichen im Allgemeinen als geeignet.

Schliesslich möge noch kurz einem Einwande, der sich auf die Anwendung so enger Augenöffnungen, wie bei der vorliegenden Methode nöthig werden, bezieht, begegnet und auf die thatsächlichen Vortheile hingewiesen werden, welche die Anbringung solcher Diaphragmen für die Genauigkeit der mikrometrischen Messung mit sich bringt.

Es könnte nämlich, was den ersteren Punkt betrifft, scheinen, als würde das schnelle Auffinden der Richtung, in welcher man hindurchsehen muss, durch die enge Augenöffnung in der Dunkelheit noch mehr erschwert, weil durch diese der Spielraum der Stellungen, in denen das Auge überhaupt Licht erhält, noch vermindert wird. Dies würde in der That ein Uebelstand sein, wenn das Sehfeld selbst vollkommen dunkel wäre mit Ausnahme des zu beobachtenden Objectes z. B. des Sternbildes. Das ist aber, wie oben ausgeführt, nicht der Fall. Das Sehfeld ist durchzogen von den hellen Linien des Mikrometernetzes. Diese geben dem Auge sofort einen Anhaltspunkt zur Orientirung und wie der häufige Gebrauch der oben beschriebenen Instrumente gezeigt hat, macht sich in dieser Beziehung nicht der geringste Mangel fühlbar. Das Auge findet ganz von selbst die richtige Stellung. Im Uebrigen braucht man auch nur dann das Auge ganz nahe an das Diaphragma zu halten, wenn man den ganzen Rand des Gesichtsfeldes zugleich übersehen will; andernfalls kann das Auge entsprechend entfernter von der Axe und der Oeffnung bleiben und erhält in einem grösseren Spielraum von Stellungen Objectbilder.

Indessen gerade die Einführung eines Diaphragmas um den Augenkreis bringt in Bezug auf die Sicherheit der mikrometrischen Messung einen Vortheil mit sich unter dem Gesichtspunkte, unter welchem Prof. Foerster[1]) die bezüglichen Einrichtungen discutirt hat, so dass man geneigt sein könnte, die Anwendung eines solchen Diaphragmas auch bei gewöhnlichen Mikrometereinrichtungen, wenn sie möglich ist, ganz allgemein für wünschenswerth zu halten. Wegen des Näheren auf die angeführte Abhandlung verweisend, will ich nur bemerken, dass ohne ein solches Diaphragma, welches sämmtlichen ins Auge gelangenden Strahlenkegeln eine gemeinsame Basis giebt, die Mikrometerfäden oder Striche ganz bezw. zum Theil durch andere Theile der Ocular- und Augenlinsen gesehen d. h. abgebildet werden als das der Messung unterworfene Bild selbst. Da weder die Oculare noch unser Auge von den Mängeln der sphärischen Aberration in und ausser der Axe völlig frei sind, sondern „Zonen“ haben, so führt jener

[1]) Diese Zeitschrift 1881 S. 7 und 119, insbes. Abschnitt 6 S. 13.

Umstand dazu, dass ein Punkt des Fadens, der sich mit einem Punkte des Bildes in Wirklichkeit deckt, dennoch gegen diesen verschoben erscheint, je nach der Stellung des Auges und der Lage jener Punkte, es kommt so zu einer scheinbaren Parallaxe, die nie zum Verschwinden zu bringen ist. Eine solche ist in der That von sorgfältigen Beobachtern schon bemerkt worden. Ist aber die Austrittspupille des Oculars in der angegebenen Weise beschränkt, so müssen alle von einem Punkte des Sehfeldes ausgehenden Strahlen, soweit sie ins Auge gelangen können, dieselben Stellen des abbildenden Systems in Wirksamkeit setzen, wodurch der genannte Uebelstand beseitigt wird.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Einiges von der Ausstellung des Elektrotechnischen Vereins zu Ehren der Internationalen Telegraphenconferenz.

Von Dr. **B. Weinstein** in Berlin.

Zu Ehren der Internationalen Telegraphenconferenz hatte der hiesige Elektrotechnische Verein am 3. September eine Ausstellung elektrischer Apparate veranstaltet, deren grösserer Theil allerdings den speciellen Zwecken der Elektrotechnik diente, doch fehlte es auch nicht an Gegenständen von allgemeinerem Interesse. Das Reichspostmuseum hatte z. B. eine Reihe historischer Apparate zur Schau gebracht, die der ersten Entwicklungsepoche der Telegraphie angehörend, an die Namen von Gauss und Weber, Steinheil, Sömmering u. a. anknüpften.

An dieser Stelle sollen nur diejenigen neueren Apparate besprochen werden, welche der elektrischen Messkunst dienen, also Galvanometer und Messbrücken.

Wir erwähnen zunächst ein von Dr. Ulbricht angegebenes, von Brunn in Dresden unter dem Namen „Proportionalgalvanometer" construirtes Instrument, welches zu Widerstandsmessungen dienen soll[1]). Die Rollen desselben sind rechtwinklig gegen einander gestellt und in dem Schnittpunkt ihrer Axen hängt die Magnetnadel. Ein ähnliches Instrument hatte früher Jenkin angegeben, indessen waren hier die Rollen einfach wie im Differentialgalvanometer geschaltet.

Ulbricht giebt jeder Rolle zwei Wicklungen und gleicht die Widerstände derselben unter einander so aus, dass, wenn die ungleichnamigen Wicklungen der Rollen mit einander verbunden werden und die beiden durch Differentialschaltung entstehenden Zweigströme einander entgegenlaufen, die Magnetnadel bei einem bestimmten Minimalwiderstande w_1 der einen Rolle parallel steht, bei einem bestimmten grössern Widerstand w_2 der andern Rolle, und bei einem mittlern $w_0 = \frac{w_1 + w_2}{2}$ auch eine mittlere Stellung einnimmt. Die Nadel hat also einen Spielraum von 90°, und eine leichte Rechnung zeigt, dass dann für jeden andern Widerstand w

$$w - w_1 = \frac{tg\,\alpha}{1 + tg\,\alpha}(w_2 - w_1)$$

ist, wenn α den Ablenkungswinkel gegen die erste Rolle angiebt. Daraus folgt dann, dass der gesuchte Widerstand proportional ist dem Abschnitt der Sehne, welche die beiden Endpunkte des Spielraums der Nadel verbindet.

[1]) Das Instrument ist von uns bereits in der Patentschau des Januarheftes S. 38 des vorigen Jahrganges erwähnt worden, doch war dort die dem Patentblatt entnommene Beschreibung und Figur sehr mangelhaft und wenig verständlich.

Bei Präcisionsmessungen, wo Beobachtung mit Spiegel und Scale nicht zu umgehen ist, gewährt hiernach dieses Instrument keine besonderen Vortheile, für praktische Messungen kann man aber eine passende Theilung der Sehne vornehmen, die man, wenn die Nadel mit einem entsprechenden Index versehen ist, beliebig gross machen kann. Bei solchen praktischen Messungen bietet das Instrument auch noch den Vortheil, dass man seine Empfindlichkeit nach dem Intervall $(w_2 - w_1)$, innerhalb dessen die zu messenden Widerstände liegen sollen, einrichten kann.

Bezeichnen W_1, W_2 die Widerstände der Wicklungen a_1, a_2 der ersten Rolle, W_3, W_4 die der Wickelungen a_3, a_4 der zweiten, wird der Strom in seinem einen Zweig durch a_1, a_3 in seinem andern durch a_2, a_4 geführt, ist ferner der Widerstand der Zuleitungen zu a_1, a_3 gleich r_1, und der zu a_2, a_4 gleich r_2, so soll man, wenn der Widerstand W_1 gegeben ist, wählen

$$W_2 = W_1 \frac{r_1 + w_1}{r_2}, \qquad W_3 = W_1, \qquad W_4 = W_1 \frac{r_1 + w_2}{r_2}.$$

Der zu messende Widerstand wird dann in den Zweig a_2, a_4 eingeschaltet.

Eine ganze Serie von Galvanometern hatte die Firma Hartmann und Braun in Bockenheim bei Frankfurt a. M. ausgestellt: Das Differentialgalvanometer von Kohlrausch zeichnete sich durch seine handliche Form aus, die Nadel hängt bei ihm von der Multiplicatorrolle selbst herab, die in Folge dessen höher als bei anderen Instrumenten ist.

Bei dem Universalgalvanometer nach Braun sollten alle bisherigen Erfahrungen auf dem Gebiete der Galvanometrie benutzt werden. Demgemäss entspricht die Form und die Anordnung der Rollen der des Wiedemann'schen Galvanometers, der Magnet und die Dämpfung sind wie bei dem Siemens'schen construirt. Als eine dankenswerthe Neuerung ist die Zweitheilung des Dämpfers anzusehen, wodurch man die Möglichkeit gewinnt, die Lage des Magneten, der in einem sehr engen Raum sich zu bewegen gezwungen ist und sich schon bei geringen Neigungen des Instrumentes an die Wand anlegt, zu controliren. Eine weitere bei Präcisionsgalvanometern wenigstens noch nicht angewendete Beigabe bildet der Ring aus weichem schwedischen Eisen, der den Hauptttheil des Instrumentes umgiebt und die Nadel astasiren soll.

Neben diesen für exacte Messungen bestimmten Instrumenten war ein Galvanometer für Vorlesungszwecke ausgestellt, welches aber mit allen Präcisionsvorrichtungen versehen war. Es genügt hervorzuheben, dass der Magnet mit einem langen horizontalen Zeiger versehen ist, der an seinem Ende einen weissen Papierkreis trägt, welcher vor einer kreisförmig gebogenen weiss auf schwarz getheilten Scale sich bewegt. Die sonstige Einrichtung ist die des Siemens'schen Galvanometers.

Dieselbe Firma hatte auch noch eine Reihe von Federgalvanometern nach Kohlrausch ausgestellt, doch gehören diese der speciellen Elektrotechnik an; es sei nur erwähnt, dass sie für Ströme bis zur enormen Stärke von 250 Ampere bestimmt sind. Die Stromstärke wird durch die Tiefe gemessen, bis zu welcher ein an einer starken Spirale befestigter Magnetstab in die vom Strom durchflossene Rolle hineingezogen wird.

Ein Gegenstück zu diesen für ganz starke Ströme bestimmten Galvanometern bildete ein für sehr schwache Ströme (von etwa $^1/_{1000}$ Ampere) bestimmtes Instrument, welches anscheinend nach dem Rosenthal'schen Princip gebaut ist Die Nadel setzt sich an ihrem einen Pol in einen quergestellten Bogen fort und dieser ist es, der je nach der Stromstärke mehr oder weniger tief in einen entsprechend bogenförmig gekrümmten Multiplicator hineingezogen wird.

Die ausgestellten kleinen Galvanometer in Uhrform mögen nur erwähnt werden.

Auch Siemens & Halske hatten eine Anzahl Galvanometer ausgestellt, indessen sind die Instrumente dieser Weltfirma zu bekannt, als dass sie einer besonderen Be-

schreibung bedürften. Die weiterhin von dieser Firma ausgestellten schönen Instrumente zur Messung starker Ströme können aber, als dem Gebiet der Elektrotechnik angehörend, hier nur erwähnt werden.

An die Galvanometer anschliessend erwähne ich das Elektrodynamometer von Kohlrausch, ausgeführt von Hartmann & Braun. Statt der Weber'schen bifilaren ist hier zur Erhöhung der Empfindlichkeit die unifilare Aufhängung der beweglichen Rolle gewählt. Die Ableitung geschieht durch einen herabhängenden Draht, der, je nachdem es sich um constante oder alternirende Ströme handelt, in eine Quecksilberkuppe oder mittels eines Platinblechs in ein Elektrolyt taucht, welches durch seine Reibung zugleich die Dämpfung bewirkt.

Die zweite Serie der ausgestellten Messinstrumente betrifft die Brücken.

Siemens & Halske haben ihr Universalgalvanometer in eine Brücke umgewandelt, indem sie das Galvanometer entfernten und statt dessen ein Telephon einschalteten. Für sehr kleine Widerstände haben sie eine Brücke construirt, die auf der durch Kirchhoff und Hansemann modificirten Thomson'schen Doppelbrücke beruht. Durch Compensirung aller Uebergangswiderstände ermöglicht es diese Brücke, Widerstände bis zu ein Milliontel des Ohm zu messen. Die folgende schematische Zeichnung (Fig. 1) stellt den Stromlauf dar. M ist der zu bestimmende auf Messinggabeln gg aufruhende Widerstand, N der Messdraht, cc seine beweglichen Contacte, B die Batterie, T der Taster, m und n sind Widerstandsrollen, q die Bussole im Brückendraht. Man sieht sofort, dass der Uebergangswiderstand in dem Kreise, der q und M enthält, derselbe ist, wie der in dem Kreise, dem q und N angehören, und das ist die wichtige Verbesserung der Thomson-schen Anordnung.

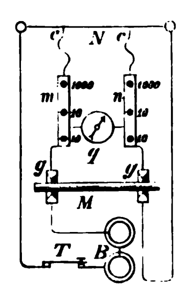


Fig. 1.

Hartmann & Braun haben eine compendiöse Form der Wheatstone-Kirchhoff'schen Brücke zur Schau gebracht, bei welcher der Messdraht auf eine Serpentinrolle gewickelt war. Eine andere Brücke dieser Firma war nach Kohlrausch's Angaben construirt. Die Widerstandsrollen bestehen aus bifilar gewickeltem alten Neusilberdraht und gestatten zusammen mit dem Messdraht Widerstände von 0,01 bis 10 Millionen Ohm zu bestimmen. Als Messinstrument dient bei festen Leitern ein Galvanometer, bei Elektrolyten, bei denen zur Vermeidung der Polarisation alternirende Ströme zur Anwendung kommen müssen, ein Telephon. Für Elektrolyte wird noch ein kleiner Inductor, sowie eine Reihe der bekannten Füllröhren nach Kohlrausch mitgegeben, deren Widerstandscapacität durch voraufgehende Messungen an eingefülltem Quecksilber bestimmt wurde.

Zur Untersuchung von Blitzableitern haben Hartmann & Braun Brücke, Telephon, Inductor und Trockenelement in sehr bequemer Anordnung einem relativ kleinen Lederetui einverleibt; der Messdraht ist gleich um das Telephon gelegt und die Peripherie dieses Telephons enthält die Scale, an welcher der Widerstand unmittelbar abgelesen wird.

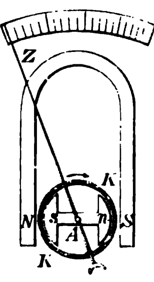


Fig. 2.

Von den anderen ausgestellten Apparaten will ich nur eines erwähnen, welches zwar nicht unmittelbar der Messkunde dient, aber doch vielleicht dem praktischen Mechaniker von Nutzen sein könnte, es ist dies ein Geschwindigkeitsanzeiger von Dr. Th. Horn. Die Bewegung der Maschine, deren Geschwindigkeit bestimmt werden soll, wird durch einen Schnurlauf auf einen um eine horizontale Axe drehbaren hohlen Kupfercylinder K übertragen (Fig. 2). Innerhalb dieses Cylinders steckt horizontal und unabhängig von ihm drehbar ein Eisenanker A von der in der Figur angegebenen Form. Ausserhalb desselben ist vertical ein Hufeisenmagnet NS aus drei Lamellen aufgestellt. Dreht sich nun der Kupfercylinder, so werden in ihm vom Magneten Ströme inducirt, deren Stärke ausser von der Stärke

des Magneten noch von der Tourenzahl des Cylinders abhängt. Diese drehen den Eisenanker, der unter dem Einfluss des Magneten selbst zum Magnet wird, um seine Axe und der an letzterer befestigte Zeiger Z macht die Drehung an einer Scale sichtbar. Bleibt der Magnet von constanter Stärke, so wächst die Ablenkung des Ankers mit zunehmender Geschwindigkeit des Cylinders: die Ablenkung giebt also ein Maass für diese Geschwindigkeit. Aendert sich bei constanter Geschwindigkeit des Cylinders die Stärke des Magneten, wird sie z. B. schwächer, so nehmen auch die inducirten Ströme an Stärke ab, aber zugleich wird der Anker vom Magneten mit geringerer Kraft festgehalten und deshalb können die schwächeren Ströme ihm noch dieselbe Ablenkung ertheilen wie vorher. Die Anzeigen sind mithin von den unvermeidlichen Schwankungen im Moment des Magneten unabhängig und dadurch erst wird der Apparat brauchbar.

Horn theilt die Scale empirisch, so dass man auf derselben unmittelbar die Tourenzahl abliest. Jeder Apparat ist auf ein bestimmtes Intervall von Touren eingerichtet; der ausgestellte war auf 200 bis 1800 Touren pro Minute berechnet, doch kann man die Uebersetzung in dem Verhältniss von 1 : 5 ändern und indem man die Scale mit einer zweiten Ziffernreihe versieht, können auf derselben auch Tourenzahlen von 40 bis 360 abgelesen werden. Uebrigens controlirt dieses Instrument auch den Gang der Maschine; jede Schwankung in ihrer Geschwindigkeit manifestirt sich in einem Ausschlag des Zeigers und das ist ein bedeutender Vortheil, den es vor den mechanischen Zählwerken voraus hat.

Referate.

Meteorologische Registrirapparate.

Von Richard Frères. *Monographie. Paris 1884.*

Von den meteorologischen Registrirapparaten der Gebrüder Richard in Paris haben wir in dieser Zeitschrift 1884 S. 62 die Barographen und Thermographen bereits beschrieben und ein Hygrometer erwähnt. In neuerer Zeit ist von dieser Firma eine grössere Anzahl von Registrirapparaten für meteorologische Zwecke construirt worden, die alle die Art der Registrirung, Aufschreiben des meteorologischen Elements mittels Schreibstift und farbiger Tinte auf einen durch Uhrwerk getriebenen und mit quadrirtem Papier überspannten Cylinder gemeinsam haben, während die übrige Einrichtung sich je nach der Natur des zu registrirenden Elements ändert.

An dem Thermographen ist zunächst eine Modification angebracht worden, welche die thermometrische Röhre, — eine Bourdon'sche Manometerröhre aus Messing von elliptischem Querschnitt, 18 mm breit, 100 mm lang, Rauminhalt 2 ccm, die bogenförmig gekrümmt, mit Alkohol gefüllt und hermetisch verschlossen ist, — in unmittelbare Verbindung mit der zu bestimmenden Temperatur bringen soll. Zu diesem Zwecke ist die Röhre ausserhalb des den Apparat schützenden Gehäuses angebracht und ragt mit einem an ihrem freien Ende befestigten Uebertragungsstift nach innen hinein; hier befindet sich nur der Schreibstift mit seinem Hebelmechanismus, an dem der Uebertragungsstift angreift, der Cylinder mit dem Papierstreifen und das Uhrwerk. Die neue Einrichtung soll sich bei plötzlichen Temperaturschwankungen schon bewährt haben. — Diese Anordnung hat zur Construction eines Registrir-Psychrometers geführt, das dieselbe Einrichtung wie der gewöhnliche Thermograph hat, nur mit dem Unterschiede, dass statt einer hier zwei Thermometerröhren ausserhalb des Gehäuses angebracht sind, von denen die eine in der üblichen Weise stets feucht gehalten wird. Jede der Röhren regiert einen Schreibstift, die auf einem Cylinder ihre Angaben aufschreiben. Fast dieselbe Con-

struction ist ferner für actinometrische Zwecke verwerthet worden; die beiden thermometrischen Röhren, von denen die eine versilbert und polirt, die andere matt geschwärzt ist, sind so neben einander angebracht, dass ihre convexen Seiten nach der Sonne gerichtet sind; beide Röhren sind durch ein Glasgehäuse von Luft abgeschlossen; die übrige Einrichtung ist dieselbe wie beim Psychrometer; damit die Sonnenstrahlen stets senkrecht auf die Röhren auffallen, kann das Ganze auf einer mittels Uhrwerk drehbaren Unterlage angebracht werden.

Ein strengeren Anforderungen genügendes Actinometer hat eine abweichende Construction erhalten. Hier sind die thermometrischen Röhren im Innern des Schutzkastens angeordnet und stehen mittels langer Capillaren mit den aussen befindlichen Temperaturempfängern in Verbindung; letztere sind dünnwandige hohle Kugeln aus Kupfer, welche durch je ein Glasgefäss, dessen Inneres luftleer gemacht ist, von der äusseren Luft abgeschlossen sind und von denen die eine versilbert und polirt, die andere matt geschwärzt ist. Damit nun das Resultat nur von den Wirkungen der directen Sonnenstrahlen abhängt und nicht auch von der im Innern des Kastens herrschenden Temperatur beeinflusst wird, muss dafür Sorge getragen werden, dass die Einwirkung der individuellen Temperatur der Thermometerröhren auf die Schreibstifte aufgehoben wird. Um dies zu erreichen, sind statt einfacher Systeme solche von zwei Thermometerröhren gewählt; die Hebelmechanismen beider sind so mit einander verbunden, dass etwaige durch die Wirkung der einen Röhre entstehende Verschiebungen des Schreibstiftes durch die andere Röhre compensirt werden, so dass die Temperaturschwankungen im Innern des Gehäuses keine Bewegung der Schreibstifte hervorrufen.[1]) Die beiden von den Kugeln kommenden Capillaren stehen nun mit je einer dieser Röhren derart in Verbindung, dass das Innere der letzteren, der Capillare und der Kugel einen zusammenhängenden, mit Alkohol gefüllten Raum bilden. Die Bewegung der Schreibstifte hängt hiernach nur von der Temperatur der beiden Kugeln ab. — Diese Construction ist auch einigen anderen zu speciellen Zwecken dienenden Thermometern zu Grunde gelegt worden, zunächst für ein zur Bestimmung der Temperatur des Meerwassers in geringeren Tiefen dienendes Thermometer. Als Temperaturempfänger dient ein hohler Cylinder aus versilbertem Messing von 140 mm Länge, 9 mm Durchmesser und 0,3 mm Wanddicke; derselbe steht durch eine Capillare mit einem der eben beschriebenen Systeme von zwei Thermometerröhren in Verbindung; ausser dem Temperaturempfänger ist die gesammte Einrichtung in einen starken eisernen Kasten eingeschlossen, der in passender Entfernung von der Küste auf den Meeresboden hinabgelassen wird; der Schreibcylinder hat eine solche Einrichtung, dass der Kasten zur Erneuerung des Papiers nur alle 14 Tage heraufgeholt zu werden braucht. — Ferner ist in derselben Weise ein Bodenthermometer construirt worden, das bis zu Tiefen von 4 m brauchbar ist; bei demselben wird der Temperaturempfänger in die Erde eingegraben, während die ganze übrige Vorrichtung über dem Boden aufgestellt wird und durch eine Capillare mit dem Temperaturempfänger communicirt. Endlich ist noch ein Thermometer für medicinische Zwecke zu erwähnen; bei demselben hat der Temperaturempfänger die Form einer Linse, die an beliebigen Körperstellen aufgelegt wird und mit der Registrireinrichtung durch eine Capillare aus biegsamem Material in Verbindung steht.

Das an der angeführten Stelle (diese Zeitschrift 1884, S. 64) skizzirte Hygrometer hat insofern eine Veränderung erfahren, als statt der früher verwendeten Goldschlägerhaut als hygroskopische Substanz jetzt 0,05 mm dicke Streifen von Rinderhorn benutzt werden, deren Bewegungen wie früher durch einen Hebelmechanismus auf den Schreibstift übertragen werden. Wie beim Thermographen ist auch hier der eigentliche

---

[1]) Vergl. auch d. Zeitschr. 1884. S. 294. Der Name Richard Frères ist dort irrthümlich in R. Frères abgekürzt.

hygrometrische Apparat an die Aussenseite des Kastens verlegt worden. Die Graduirung des Schreibcylinders findet auf empirischem Wege mittels eines Regnault-Alluard'schen Hygrometers statt.

Ein selbstregistrirender Regenmesser ferner zeigt dieselbe principielle Anordnung, wie der Maurer-Hohmann'sche (vgl. diese Zeitschrift 1884 S. 434 u. 1885 S. 143) nur dass hier statt einer Federwaage eine römische Waage benutzt wird und die Bewegung des Waagebalkens erst durch einen Hebelmechanismus auf den Schreibstift übertragen wird. Das Regenwasser fällt von dem Aufhängegefäss in ein Doppel-Kippgefäss; letzteres kippt nach Aufnahme von 314 ccm Wasser, entsprechend einer Regenhöhe von 10 mm, um und entleert seinen Inhalt in ein Controlgefäss. Die Bewegung des Schreibstiftes geht vom unteren Rande des Cylinders nach oben; im Momente wo das Kippgefäss umkippt, schnellt der Stift rasch von oben nach unten und markirt eine gerade Linie auf dem Cylinder. In regenreichen Gegenden kann bei starkem Regen das Kippgefäss in kurzer Zeit mehrmals hinter einander umkippen; da nun der Schreibcylinder in einer Stunde nur eine Bewegung von 1,6 mm macht, würden die das Moment des Umkippens markirenden geraden Linien in solchen Fällen schwer auseinanderzuhalten sein: um die hieraus resultirende Ungenauigkeit zu beseitigen, ist noch ein Zählwerk angebracht, welches registrirt, wie oft das Umkippen stattgefunden hat.

Ausser diesen meteorologischen Apparaten, denen sich in nächster Zeit noch ein selbstregistrirendes Anemometer anreihen wird, haben die Gebrüder Richard noch eine grössere Anzahl anderer Registrirapparate construirt, z. B. Manometer für technische Zwecke und solche für Registrirung sehr kleiner Druckschwankungen. Die letzteren, welche Differenzen von $\frac{1}{10}$ mm angeben sollen, sind für aeronautische Zwecke bestimmt und zeigen an, ob der Ballon sich hebt oder senkt; sie sind deshalb Statoskope genannt worden. Diesen Instrumenten reihen sich Pyrometer, Aeroskope und Allarm-Apparate der verschiedensten Art an. Ein näheres Eingehen würde uns an dieser Stelle zu weit führen; es sei nur mit wenigen Worten noch eines Evaporimeters gedacht, das zu Studien über Verdunstung für botanische und agronomische Zwecke dienen soll. Das Instrument besteht aus einer Roberval'schen Waage, auf deren eine Schale die zu untersuchende Pflanze oder ein Gefäss mit Wasser gesetzt wird, während die andere Schale mit einem constanten Gewicht belastet wird. Die Waage wird so tarirt, dass bei Beginn der Beobachtung der Waagebalken in seiner untersten Stellung ist. In dem Maasse als die Verdunstung vor sich geht, wird die Belastung auf der einen Seite vermindert, der Waagebalken hebt sich und diese Bewegung wird durch einen Hebelmechanismus einem Schreibstift übertragen und von diesem in der gewöhnlichen Weise aufgeschrieben. Eine Compensationseinrichtung verhindert den nachtheiligen Einfluss der umgebenden Luftbewegung. Durch Verschiebung eines Laufgewichtes kann das Schwerpunktscentrum der Waage gehoben oder gesenkt und somit die Empfindlichkeit derselben innerhalb der Grenzen von 10 bis 1,5 g verändert werden. *W.*

Notiz über einen empfindlichen Duplicator.

Von J. Elster und H. Geitel. *Annal. der Phys. u. Chem. N. F. 25. S. 114.*

Aus zwei Ausflussröhren treten sehr feine Wasserstrahlen, gehen jeder durch einen isolirten hohlen Metallcylinder und werden dann in isolirten Metallgefässen aufgefangen. Der eine Hohlcylinder ist mit dem zweiten Auffanggefässe leitend verbunden, der andere steht mit einer schwachen constanten Elektricitätsquelle, beispielsweise dem einen Pole eines offenen Daniell'schen Elements, in Verbindung. Hierdurch wird dieser Cylinder schwach elektrisch und influenzirt die durchfallenden Wassertropfen, die dann ihre Ladung auf ihr Auffanggefäss übertragen. Der mit diesem verbundene Hohlcylinder wirkt nun auf den zweiten Strahl influenzirend, so dass dieser mit Elektricität derselben

Art, wie sie die mit dem Apparat verbundene Elektricitätsquelle besitzt, geladen wird, und zwar ist die Ladung so verstärkt, dass ein Goldblattelektroskop schon nach kurzer Zeit das Maximum seiner Divergenz zeigt, und dass eine kleine Leydener Flasche so weit geladen wird, dass man aus ihr Funken ziehen kann. *L.*

Vergleichungsapparat zur Untersuchung undurchsichtiger Mineralien.

Von Inostranzeff. *Compt. Rend.* **100.** *S. 1396.*

Die mikroskopische Untersuchung undurchsichtiger Mineralien muss sich darauf beschränken, dieselben in Bezug auf Glanz und Farbe mit bekannten Mineralien zu vergleichen, die am Besten in Pulverform zu künstlichen Farbestoffen verarbeitet sind. Um diese Vergleichung möglichst gut ausführen zu können, verbindet der Verfasser zwei Mikroskope (ohne Oculare) durch ein aufgesetztes Zwischenstück, eine sogenannte Vergleichungskammer; dieselbe enthält zwei Paare total reflectirender Prismen, welche die Strahlenbündel beider Mikroskope in ein gemeinsames Ocularrohr vereinigen, und ein Ocular, in welchem die Bilder beider Mikroskope neben einander gesehen werden. Beide Felder sind nur durch eine feine Linie getrennt, an die man die Objecte so heranschieben kann, dass sie bei Farbengleichheit unmittelbar in einander überzugehen scheinen. Jede Ungleichheit dagegen tritt in dieser Stellung scharf hervor. *Z.*

Geodätische Längenmessung mit Stahlbändern und Metalldrähten.

Von E. Jaederin. *Bihang till K. Svenske Wet.-Akad. Handlingar. Stockholm 1885. Band 9. No. 15.*

Mesure des droites géodésiques au moyen de bandes d'acier et de fils métalliques. Par *P. E. Bergstrand.* Stockholm 1885.

In den beiden Abhandlungen wird eine von Herrn Jaederin angegebene Methode entwickelt, lange Linien mit Hilfe von Stahlbändern oder besser Metalldrähten zu messen. Die Genauigkeit, Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit welcher dies geschehen kann, soll nach Herrn Bergstrand sogar geeignet sein, die bisherige Triangulationsmethode der höheren Geodäsie gänzlich umzugestalten. Ob diese Ansicht gerechtfertigt ist, mag der Leser aus Folgendem ersehen.

Die Messung geschieht mit Stahlbändern oder Metalldrähten von 20, 25 oder 50 Metern Länge, die an ihren Enden Millimeter-Theilungen tragen. Dieselben werden mit ihren Endpunkten auf Dreifüssen, die wie bei Basismessungen vorher in entsprechenden Entfernungen in der zu messenden Linie aufgestellt sind, aufgelegt, hängen ihrer ganzen Länge nach vollständig frei und werden von zwei Gehilfen, von denen jeder an einem Ende angreift, gerade gespannt; um hierbei die angewandte Spannkraft reguliren zu können, wird an jedem Ende eine Federwaage eingeschaltet; während der Gehilfe den Messdraht spannt, hat der Beobachter darauf zu achten, dass der Zeiger der Waage auf die der erforderlichen Spannkraft entsprechende Stelle der Scale einspielt. Um hierbei den zu befürchtenden Druck auf die Stative möglichst zu beschränken, sowie zur Erleichterung der Gehilfen werden die Federwaagen mittels Haken an Pfähle angehängt, welche im Alignement eingerammt sind. Zur Fixirung der Endpunkte einer Lage trägt jeder Dreifuss eine vertical stehende feine Nadel; an dieselben werden die Bänder oder Drähte angelegt und zwar an der einen Seite der Anfangspunkt, während am anderen Ende die Stellung der Millimeter-Theilung zur Nadel ein Maass für die gemessene Länge giebt.

Diese Methode bedingt nun zunächst zwei Correctionen. Durch die Spannung entsteht naturgemäss eine Verlängerung des Messbandes, während dadurch, dass das-

selbe frei hängt, in Folge seiner Krümmung eine Verkürzung resultirt. Soll nun die Länge zwischen den beiden Endpunkten normal sein, d. h. so, als wenn das Band gerade und frei auf einer ebenen Unterlage ausgestreckt wäre, so muss die Spannkraft so gewählt werden, dass die Summe dieser beiden Correctionen gleich Null ist. Dies ist auch geschehen, unter Berücksichtigung aller in Betracht kommender Momente, mit Ausnahme jedoch der Temperatur, die doch hier auch eine Rolle spielen dürfte. Diese Normalspannung bezieht sich natürlich auf ganz windstilles Wetter; bei windigem Wetter wird die Länge des Messbandes dadurch beeinflusst, dass der Wind dasselbe zur Seite drückt, und zwar umsomehr, je grösser seine Gesammtoberfläche ist. Um diesen schädlichen Einfluss des Windes möglichst auf ein Minimum zu reduciren, hat man zunächst von der Anwendung von Messbändern abgesehen und ist zu Metalldrähten übergegangen, da diese dem Winde eine viel kleinere Oberfläche bieten als jene, sodann vergrössert man je nach der Stärke des Windes die Spannkraft; hierdurch wird natürlich das Gleichgewicht zwischen den beiden erwähnten Correctionen gestört und man hat eine dritte Correction anzubringen, die von der Grösse der angewandten Spannkraft abhängt. Hier bleibt aber eine gewisse Willkür übrig, da man die Spannkraft doch nicht genau proportional der Windstärke wählen kann; es bleibt auch zu befürchten, dass eine Abweichung des Messdrahtes aus dem Alignement stattfindet; streng genommen müsste daher diese Abweichung durch einen im Alignement aufgestellten Theodoliten controlirt werden, was die Operation natürlich sehr compliciren würde.

Bei der Berechnung der geraden Linie sind ferner noch folgende Momente zu berücksichtigen: Erstens die Länge des Messdrahtes; sie wird ermittelt durch Nachmessung einer vorher mittels eines Basisapparates gemessenen kleinen Grundlinie. Hierbei kommen nacheinander verschiedene Spannkräfte zur Anwendung, um die der jedesmal angewandten Kraft correspondirende Länge des Drahtes zu erhalten. Bei dieser nicht ganz einwandsfreien Art der Etalonnirung scheint übersehen zu sein, dass die Länge der Messdrähte sich unter dem spannenden Einflusse der Gewichte fortwährend ändern dürfte und dass daher eine sehr häufige Messung einer gut bestimmten Basis nöthig würde, was bei den praktischen Messungen nicht immer möglich sein wird. — Zweitens die Correction wegen der Temperatur. Dieselbe wird dadurch bestimmt, dass jede Lage nach einander mit Drähten von verschiedenem Metall gemessen wird, Stahl und Messing; dieselben sind von gleicher Dicke und ihre Oberflächen vernickelt; es würde sich indess empfohlen haben, die Dicken der Drähte nach den thermischen Constanten der Materien zu wählen. — Drittens endlich die Reduction auf die Horizontale, welche durch geometrisches Nivellement der Oberflächen der Stative ermittelt wird. — Schliesslich mag noch auf eine Fehlerquelle hingewiesen werden, die bei der Spannung der Drähte durch den auf die Stative ausgeübten Druck entstehen kann. Wenn auch hierbei die grösste Vorsicht beobachtet wird und der Druck ein minimaler ist, so werden doch bei jeder Lage die Marken Verschiebungen einmal nach vorwärts und einmal nach rückwärts erleiden; das Intervall zwischen diesen beiden Stellungen einer Marke geht in die Messung nicht ein. Es wäre interessant gewesen, zu untersuchen, ob diese Verschiebungen messbare Beträge erreichen; solche Untersuchungen, die mittels seitlich aufgestellter Theodolite geführt werden könnten, scheinen indess nicht stattgefunden zu haben.

Um nun die Leistungsfähigkeit der Methode zu zeigen, wird ein Beispiel, die Messung einer Linie von 2 km Länge, vollständig durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurde zunächst mit dem Basisapparat der Schwedischen Akademie der Wissenschaften eine kleine Grundlinie von 100 m Länge gemessen; die Messung wurde im April 1882 dreimal und im November 1883 zweimal ausgeführt. Zu derselben Zeit sowie auch mehrfach im Laufe des Jahres 1883 wurde die Länge der Messdrähte auf dieser Linie bestimmt. Im April 1882 hatte man unterlassen, die vier Messstangen A, B, C, D des Basisapparates mit

ihrem Normal N zu vergleichen, sondern hatte die Resultate der im Jahre 1878 zuletzt gemachten Vergleichungen als noch geltend angenommen; im Herbst 1882 nun zeigten sich bei den gelegentlich der Norwegischen Basismessungen gemachten Vergleichungen die Längen der Stäbe wesentlich geändert und im November 1883 erhielt man in Stockholm die Längen wieder ganz anders, ein Beweis für die Unzuverlässigkeit des Schwedischen Apparates. Die Ergebnisse dieser Vergleichungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	1878 October 10. u. 11. in Stockholm.	1882 im Herbst in Norwegen.	1883. Nov. 9. und Nov. 10. in Stockholm.	
	mm	mm	mm	mm
A—N	+ 0,0020	— 0,0294	— 0,0992	— 0,0832
B—N	+ 0,0305	+ 0,1374	— 0,2492	— 0,2338
C—N	— 0,1272	— 0,2574	— 0,2888	— 0,2711
D—N	+ 0,0043	— 0,0861	— 0,1088	— 0,0963

Die Aenderungen sind sehr bedeutend; hierzu kommt noch, dass von den Vergleichungen im Herbst 1882 in Norwegen die Endflächen der Messstangen von Rost gereinigt werden mussten; endlich ist gegründete Besorgniss vorhanden, dass die Fixpunkte der im April 1882 gemessenen kleinen Vergleichsbasis, Steine auf festgestampften Kiesbetten ruhend und nur 0,5 m tief eingegraben, Ortsveränderungen erlitten haben. Man kann also die Messungen der Grundlinie vom Frühjahr 1882 und Herbst 1883 gar nicht mit einander in Beziehung bringen. Trotzdem ist dies geschehen; alle während dieser Zeit auf der Grundlinie vorgenommenen Etalonnirungen der Messdrähte wurden im Zusammenhange ausgeglichen und hieraus die Längen der einzelnen Drähte und ihre Ausdehnungscoefficienten berechnet. Mit diesen unsicheren Werthen wurde dann die Messung einer 2 km langen Linie vorgenommen.

Die Linie liegt in der Nähe der im Jahre 1864 von Prof. Lindhagen bei Stockholm gemessenen Hauptbasis, welche leider örtlicher Verhältnisse wegen nicht nachgemessen werden konnte. Um einen Maassstab zur Vergleichung zu haben, wurde daher die in Rede stehende Linie zuerst geodätisch mit der Hauptbasis verbunden und dann direct mit Messdrähten, einem Stahl- und einem Messingdrahte von je 25 m Länge gemessen. Die geodätische Verbindung ist eine äusserst mangelhafte; zunächst sind ganz kurze Linien von bezw. 64, 135, 161 und 294 m Länge gemessen und man soll von diesen, in Verbindung mit der Länge der Hauptbasis, die aber nur in einem Dreiecke auftritt, direct auf zehnmal grössere Linien schliessen; in Folge dessen geht die Rechnung natürlich durch sehr spitzwinklige Dreiecke und es werden Winkel von 1 bis 2° in die Rechnung eingeführt; ferner sind in keinem der (fünf) Dreiecke alle Winkel gemessen. Im Mittel aus zwei, auf je drei Dreiecken beruhenden Rechnungen, deren Resultate nur um 2 mm von einander differiren, wird als Länge der zu messenden Linie 1995,0158 m gefunden; man kann aber auch die Linie aus nur einem Dreiecke berechnen und erhält dann ein Resultat, das von dem obigen Mittelwerthe um *34 mm* differirt. Der gefundene Mittelwerth muss ferner deshalb als unsicher gelten, weil die jetzigen Endpunkte der Basis von 1864 nicht mit Sicherheit als den ursprünglichen identisch angesehen werden können und daher die von ihnen ausgehenden Messungen zweifelhaft sind. Herr Jaederin sagt darüber selbst: „Der eine Endpunkt befindet sich jetzt unter der Erdoberfläche und der Stein, in welchem er markirt ist, kann durch das Aufschütten von Erde leicht verrückt worden sein. Der andere Endpunkt ist in einem ziemlich kleinen an der Oberfläche der Erde liegenden Stein markirt und hat daher eine unsichere Lage; man hat beobachtet, dass dieser Stein durch einen über ihn hinfahrenden Geschützwagen aus der Vertiefung, in welcher

er liegt, theilweise herausgehoben worden und dann wieder in dieselbe zurückgefallen ist. Die feinen, die Endpunkte angebenden Bohrlöcher in den Eisenbolzen sind jetzt zugerostet und daher nicht mit Sicherheit wiedergefunden worden." — Endlich ist noch ein weiteres Element der Unsicherheit darin zu erblicken, dass die oben erwähnten vier kleinen Linien mit Stahlbändern bezw. Drähten gemessen sind; will man daher die aus ihnen resultirende Länge der Versuchsbasis mit der auf dieselbe Weise direct gemessenen vergleichen und hieraus dann einen Schluss auf die Güte der Methode machen, so bewegt man sich in einem bedenklichen Kreisschluss. — Diesen Unsicherheiten gegenüber hat es wenig zu bedeuten, dass die direct gemessene Länge der Versuchsbasis sich zu *1995,0142 m* ergab und daher nur um *1,6 mm* kleiner war als der geodätisch ermittelte Werth.

Der Beweis, dass die Methode für Präcisionsmessungen ausreichend sei, dürfte nach dem Vorstehenden nicht erbracht sein, und, fügen wir gleich hinzu, wird auch schwerlich je gebracht werden. Für einzelne andere Zwecke der Geodäsie dürfte jedoch die Methode durchaus geeignet sein und Aufnahme verdienen. Hierzu empfiehlt sich auch schon die überaus schnelle Weise, mit der nach dem Jaederin'schen Verfahren gearbeitet werden kann; die grösste Schnelligkeit in einer Stunde betrug 550, die grösste Schnelligkeit in einem neunstündigen Arbeitstage 2368 Meter. *W.*

Ueber Galvanometer-Aichungen.

Von Dr. M. Th. Edelmann. *Elektrotechn. Zeitschr. 1885. S. 194.*

In dieser Abhandlung wird darauf hingewiesen, dass die Theilungen der Galvanometer nothwendig für jeden Apparat einzeln empirisch hergestellt werden müssen, und dass man sich keineswegs damit begnügen darf, die Stromstärken den Tangenten der Ausschlagswinkel proportional zu setzen. Zur Illustration dieser Behauptung werden die Aichungscurven — so nennt Verf. die kürzesten Linien, für welche jene Proportionalität besteht — mitgetheilt, die sich für zwölf von demselben, sehr geschickten Arbeiter als gleich angefertigte Galvanometer ergaben; die Curven zeigen Differenzen bis zu 10%.

L.

Ueber ein neues, „auto-accumulirend" genanntes Element.

Von Jablochkoff. *Compt. Rend.* ***100.*** *S. 1214.*

Das Princip dieses Elementes besteht darin, dass die sonst störenden Localströme ausgenutzt werden. Am Boden eines flachen Gefässes (Querschnitt 0,01 qm, Höhe 25 mm) aus Blei oder auf der Aussenseite mit Paraffin getränkter poröser Kohle, befindet sich ein leicht oxydirbares Metall, Natrium, Natriumamalgam, Zink oder Eisen; über dem Metall ist eine schwammige Masse, wie Sackleinwand, Sägespäne oder dgl. gelagert, die im Falle der Anwendung von Natrium oder Natriumamalgam trocken, im Falle der Anwendung von Zink oder Eisen mit einer Kochsalz- oder besser mit einer Chlorcalciumlösung getränkt ist; endlich sind über dieser Masse Röhren aus poröser Kohle angeordnet. Die Wirkungsweise des Elements ist nun die folgende: Während das Element offen ist, entstehen zwischen dem Metall und dem Gefässe Localströme, die das letztere polarisiren und das Potential desselben so lange erhöhen, bis es das Potentialniveau des oxydirbaren Metalles erreicht; dadurch hört die Wirkung auf oder wird wenigstens auf ein Minimum reducirt. Verbindet man nun die so polarisirte Elektrode leitend mit der oberen Kohlenelektrode, so wird die erstere entladen, die Localströme treten wieder auf und unterhalten so den nutzbaren Strom in der Hauptleitung. Die elektromotorische Kraft dieses Elements richtet sich nach dem angewandten Metall, beträgt bei Natriumamalgam 2,2 Volt, bei Zink 1,6, bei Eisen 1,1 Volt. Die Elemente sind in Batterien von je 10 oder mehr Elementen angeordnet; eine einmalige Beschickung mit dem zu oxydirenden Metalle reicht für mehrere Monate aus, und nur eine Tränkung mit der Salzlösung ist öfter nöthig. Die letztere

führt man in der Weise aus, dass man eine Elementengruppe in Wasser taucht, abtropfen lässt, dann in ein Reservoir mit Chlorcalciumlösung taucht und wieder abtropfen lässt. Diese Operation braucht nur sehr selten vorgenommen zu werden, wenn die Batterie wenig Arbeit zu leisten hat, wie dies bei Haustelegraphen u. s. w. der Fall ist. Bei Verwendung derselben für Herstellung von elektrischem Licht oder mechanischer Arbeit muss die Tränkung etwa alle 24 Stunden erfolgen. Die theoretisch berechneten Unterhaltungskosten sind sehr niedrig. Benutzt man Eisenabfälle, so stellen sie sich auf noch nicht 5 Pfg. für die Pferdestärke in der Stunde. *L.*

Ueber ein dem Sextanten analoges Instrument zur Messung der Horizontalprojectionen von Winkeln.

Von E. H. Amagat. *Compt. Rend.* ***100.*** *S. 1120.*

Es handelt sich darum, einerseits bei horizontal gehaltenem Theilkreis das Visiren nach höher gelegenen Punkten zu ermöglichen, andrerseits das Bild der Horizontlinie und gleichzeitig auch eines anderen, nicht im Horizonte gelegenen Punktes in die Absehenslinie zu bringen und dieses drittens so, dass die abgelesenen Winkel unmittelbar die Horizontalprojectionen sind.

Die Anordnung, die Verf. hierfür gewählt hat, wird aber nur sehr geringen Ansprüchen zu genügen im Stande sein. Er lässt das Visirfernrohr des gebräuchlichen Sextanten weg und ersetzt es durch einen verticalen Spalt, der hoch genug ist, dass man durch ihn hindurch über oder unter den festen, ganz mit Folie belegten Spiegel nach dem einen Objecte visiren kann. Den festen Spiegel stellt er senkrecht zur Absehenslinie und macht ihn um eine horizontale Axe beweglich. Den anderen mit der Alhidade verbundenen Spiegel stellt er so, dass die eine verticale Kante, die zugleich seine Drehaxe ist, in die Absehenslinie hineinfällt.

Es ist richtig, dass man durch Drehung beider Spiegel um ihre bezüglichen Axen den beiden ersten oben aufgestellten Forderungen genügen kann, und da der vom zweiten Objectpunkt ausgegangene, an beiden Spiegeln reflectirte Strahl sich bei der Einstellung mittels des zweiten Spiegels in einer Verticalen bewegt, so ist auch der abgelesene Winkel die richtige Horizontalprojection.

Die Genauigkeit der Messung ist aber natürlich eine äusserst geringe, wie schon aus der Art des Visirens (durch den Spalt, am ersten Spiegelrand vorbei über den zweiten Spiegel hinweg) hervorgeht. Wie der Verfasser richtig bemerkt, hängt diese Genauigkeit zum grossen Theil auch von der Geschicklichkeit ab, mit welcher das Instrument horizontal gehalten wird. Besondere Maassregeln hierfür sind nicht mitgetheilt. Das der Pariser Akademie vorgelegte Instrument hatte eine Länge von nur 7 cm. Es soll mittels desselben möglich sein, Winkel bis zu 140° zu messen und dies in wenigen Secunden auszuführen.

Man sieht unmittelbar ein, dass bei kleinen Winkelabständen die Spiegel sich gegenseitig im Lichte stehn, bei grösseren Verticalwinkeln hingegen gehen die vom ersten Spiegel reflectirten Strahlen am zweiten vorbei.

Verf. will mit seinem Instrumente Resultate erreicht haben, die für die beabsichtigten Zwecke, worunter wohl Navigations-Messungen gemeint sind, genügende Genauigkeit besassen. *Cz.*

Neu erschienene Bücher.

Grundzüge der allgemeinen Mikroskopie. Von Prof. Dr. L. Dippel. Braunschweig. Vieweg & Sohn. 524 S.

Dem „Handbuch der allgemeinen Mikroskopie" hat Verf. in der Absicht, „eine kürzere, allgemein verständliche aber doch zu wissenschaftlichem Gebrauche geeignete Darstellung der allgemeinen Mikroskopie" zu geben, das vorliegende Werk folgen lassen. Da das Buch sich also an einen weiteren Leserkreis richtet, so wird es sich empfehlen, demselben eine eingehendere Besprechung zu widmen, als sie seiner Zeit das „Handbuch" in dieser Zeitschrift (1883 S. 328) erfahren hat.

Das ganze Werk zerfällt in drei Hauptabschnitte, von denen der erste die Theorie und Einrichtung des zusammengesetzten Mikroskopes, der zweite die Hilfsmittel zur mikroskopischen Beobachtung, der dritte den Gebrauch des Mikroskopes behandelt. — Der erste Abschnitt, welcher die Gesetze der geometrischen (dioptrischen) Abbildung entwickelt, enthält fünf Capitel; im ersten derselben wird zunächst gezeigt, wie das Snellius'sche Brechungsgesetz, auf eine Kugelfläche angewandt, unter den bekannten einschränkenden Bedingungen über die Neigung der Strahlen u. s. w. zu einer Abbildung überhaupt führt, d. h. zu homocentrischer Wiedervereinigung der von je einem Objectpunkte ausgegangenen Strahlen. Für diese Abbildung lassen sich vier Gesetze angeben; zwei, welche die Abbildung als eine solche, zwei, welche sie als eine dioptrisch zu Stande gekommene charakterisiren. Die mögliche Erweiterung dieser Sätze auf ein System centrirter brechender Kugelflächen wird nur kurz erwähnt. Diese vier Gesetze bilden die Grundlage einer von Prof. Abbe herrührenden Betrachtungsweise, nach welcher die geometrischen Gesetze jeder Abbildung nur unter der Voraussetzung hergeleitet werden, dass eine Abbildung (d. h. homocentrische Strahlenvereinigung) stattfindet und dass sie durch geradlinige Strahlen erfolgt. Dann erst wird die Anwendung auf die dioptrische Abbildung gemacht und deren Besonderheiten berücksichtigt. Durch diese Art der Herleitung wird der methodische Vortheil erlangt, dass unterschieden werden kann, welche Gesetze sich schon aus dem Begriffe der Abbildung allein folgern lassen und welche ihre Quelle in den besonderen Voraussetzungen haben, unter denen man gewöhnlich alle Gesetze der Dioptrik herleitet (Brechung, Kugelflächen, kleine Winkelgrössen u. s. w.) Es zeigt sich nämlich, dass die meisten Gesetze von jenen speciellen Bedingungen ganz unabhängig sind; so die Existenz von Brennpunkten auf der Axe, die Definition der Brennweite, (nach Abbe als des Verhältnisses zwischen linearer Grösse eines Objectes und angularer Grösse seines unendlich entfernten Bildes,) ferner die Grundgleichungen über den Zusammenhang zwischen den Abscissen und Ordinaten conjugirter Punkte und den Brennweiten, dem Convergenzverhältniss zugeordneter Strahlen sowie der Tiefenvergrösserung an demselben Orte. Die Abbe'sche Entwicklung adoptirend rechnet Verf. dabei die Abscissen, die Entfernungen der Object- und Bildpunkte in der Axe, nicht von den Hauptpunkten, wie seit Gauss fast alle Optiker, sondern von den Brennpunkten aus. Einige der hierfür sprechenden Gründe führt der Verf. an. Der Vortheil dieser Wahl von Coordinatenanfangspunkten zeigt sich praktisch in der ausserordentlichen Einfachheit der so erhaltenen Grundgleichungen, der Leichtigkeit, mit der auch nach dieser Betrachtungsweise die Grundlagen der bekannten graphischen Constructionen gewonnen werden können, besonders aber in der eleganten Ableitung und bequemen Form der Gleichungen, welche die Bestimmungsstücke eines zusammengesetzten optischen Systems aus den Bestimmungsstücken der einzelnen Theile berechnen lassen. Wie Ref. hier beiläufig erwähnen will, hat sich der Vorzug der Abbe'schen dioptrischen Formeln vor den Gauss- und Helmholtz'schen in häufigster praktischer Anwendung bewährt.

Die in Folge der Dispersion bestehende Verschiedenheit der Constanten der Abbildung (Lage der Brennpunkte und Grösse der Brennweiten) für die verschiedenen Farben, die chromatischen Abweichungen, werden erörtert und die Mittel zu ihrer Aufhebung, die Theorie der Achromasie, vorgetragen. Interessant ist dabei die Discussion der Frage, welche Art theilweiser Achromasie erstrebt werden muss, wenn eine vollständige Achromasie unmöglich ist. Es zeigt sich, dass für Objectivsysteme gleicher Ort der verschiedenfarbigen Bilder, also beim Mikroskop gleiche Lage des ersten Brennpunktes (beim Fernrohr des zweiten) für die verschiedenen Farben Haupterforderniss ist; dann bleibt im Allgemeinen eine Verschiedenheit der Brennweiten und damit der Vergrösserungen. Hingegen ist für Lupe und Ocular Achromasie der Brennweiten nothwendig, weil dadurch das Bild für die verschiedenen Farben dem Auge unter gleicher angularer Grösse erscheint. — Die in der Praxis selbstverständlich nothwendige Anwendung von Strahlenkegeln mit endlicher Oeffnung hebt die Grundlagen der vorangegangenen Betrachtungen eigentlich auf, insofern als dann eine Abbildung d. h. homocentrische Strahlenvereinigung, — wenigstens ohne Weiteres, — nicht mehr stattfindet. Die unter verschiedenem Neigungswinkel von einem Punkte der Axe ausgehenden Strahlen werden nicht mehr in demselben Punkte vereinigt — sphärische Aberration. Nur im Falle der Brechung durch eine einzige Kugelfläche giebt es ausser Centrum und Scheitel noch ein Paar von selbst vollkommen aplanatischer Punkte. Damit aber bei beliebig grossem Oeffnungswinkel der auffallenden Strahlen nicht nur der Axenpunkt selbst, sondern wenigstens ein unendlich kleines axiales Flächenelement abgebildet werde, ist nöthig, dass nicht nur für den conjugirten Axenpunkt die sphärische Aberration aufgehoben sei, sondern auch die Vergrösserung auf den durch die verschiedenen Zonen tretenden Elementarbüscheln dieselbe sei. Die Bedingung hierfür ist die sogenannte Sinusbedingung.

Der Entwicklung der Abbildungsgesetze folgt im zweiten Capitel die Theorie des zusammengesetzten Mikroskopes. Zunächst wird die Zusammensetzung des Mikroskopes angegeben, d. h. welche Lage bei ihm die Brennpunkte der Theile und des Ganzen erhalten und von welcher Grössenordnung die Brennweiten sind. Auf die Bedeutung und Berechnungsweise des freien Objectabstandes, des Augenpunktes, der Vergrösserung und des Sehfeldes wird schon hier kurz hingewiesen. Sodann wird, als Vorbereitung für die eigentliche Charakteristik der Objectivwirkung und der Ocularfunction der Begriff des Strahlenganges und der Strahlenbegrenzung eingeführt und sammt den hiervon abhängigen Eigenschaften discutirt. Erst von Abbe ist nachdrücklich darauf hingewiesen worden, dass man wohl zu unterscheiden habe zwischen den Strahlen, welche möglicherweise durch ein System treten können und denen, welche gemäss der Weite der von den Objectpunkten ausgehenden Lichtkegel d. h. gemäss der Beleuchtung des Objectes, und gemäss der Grösse und gegenseitigen Lage der Linsen und Diaphragmenöffnungen thatsächlich zum Bilde beitragen. Die bis dahin rein theoretische Disciplin der Dioptrik leitete ihre Sätze ohne Rücksicht auf das wirkliche Vorhandensein der Strahlen ab. Für die praktische Optik ist dagegen die letztere Frage geradezu fundamental, denn nach ihr hat sich die ganze Construction eines optischen Instrumentes zu richten. Strahlengang und Strahlenbegrenzung allein sind die Ursache, dass auch bei gleicher Grösse z. B. der Brennweite, Mikroskop- und Fernrohr-, Photographen- und Opernglasobjectiv oder noch mehr Ocular und Objectiv ganz verschieden gebaut werden und das eine nicht auch für den anderen Zweck gleich gut zu brauchen ist. — Den vorhergehenden Darlegungen lässt Verf. die von Prof. Abbe erdachte Bestimmungsweise der Oeffnung der ein- und austretenden Strahlenkegel mittels der sogen. Eintritts- und Austritts-„pupille“, folgen, ferner die durch Totalreflexion oder Brechung und Beugung in einer Objectschicht eingeführte Begrenzung der wirksamen Strahlenkegel und die praktischen

Methoden zur Beobachtung bezw. Messung der in Frage kommenden Phänomene. Nunmehr wird der Strahlengang im zusammengesetzten Mikroskop skizzirt, dann die Bedeutung der „Numerischen Apertur", ihr theoretischer Zusammenhang mit den Constanten des Systems (der Brennweite, der wirksamen Grösse der letzten Linsenfläche, der Austrittspupille des Objectives und des ganzen Mikroskopes) in einer Form nachgewiesen, die wieder zur experimentellen Bestimmung der einen dieser Grössen aus den anderen führt. — Zum Theil von der numerischen Apertur abhängig, zeigt sich die Sehtiefe (Focustiefe, Penetration) des Mikroskopes. Ihre weitere Abhängigkeit von der Gesammtvergrösserung des Bildes, der Accomodationsweite und Sehschärfe des Auges wird angegeben und die daraus sich ergebenden Folgerungen für die Möglichkeit körperlichen (stereoskopischen) Sehens durch das Mikroskop gezogen. Von noch grösserer Bedeutung erweist sich die numerische Apertur für die Lichtstärke der Bilder. — Auf dieser Grundlage wird sodann die Entwicklung der verschiedenen Wirkungsweise von Objectiv und Ocular aufgebaut, die möglichen Bildfehler, namentlich des Objectivbildes, auf das es fast allein ankommt, einzeln scharf unterschieden und in einer Vollständigkeit, wie in keinem der ähnlichen Werke, aufgeführt, zum Theil auch durch sehr instructive Abbildungen veranschaulicht. Für die Abbildung mikroskopischer Objecte endlich genügt die Betrachtung des geometrischen Strahlenganges überhaupt nicht. Sie wird nur dann vollständig erklärt, wenn man auf die Begriffe der Undulationstheorie zurückkehrt und jede Lichtwirkung als ein Interferenzphänomen auffasst. Es zeigt sich dann, dass die Abbildung mikroskopischer Objecte in einem ganz wesentlichen Zusammenhang mit den sogenannten Fraunhofer'schen Beugungserscheinungen steht. Durch frappante Experimente lässt sich dieser Zusammenhang aufs strengste nachweisen. Die Bedeutung der numerischen Apertur, als der das Auflösungsvermögen des Mikroskopes bedingenden Constanten, tritt als unmittelbare Folge der vorgetragenen Theorie hervor. — Den Zusammenhang aller dieser Gesetze nachgewiesen zu haben, ist das hervorragendste Verdienst Prof. Abbe's um die Theorie des Mikroskopes. Leider entbehren wir noch immer einer vom Autor selbst veröffentlichten zusammenfassenden Darstellung seiner Forschungen. Um so dankbarer ist es daher zu begrüssen, dass Dippel es unternommen hat, unter thätigster Beihilfe Abbe's, die Theorien des verdienten Forschers im Zusammenhange vorzutragen. (Schluss folgt.) *Dr. S. Czapski.*

P. Czermak u. **R. Hiesche.** Pendelversuche. Wien, Gerolds Sohn. M. 2,40.

J. M. Eder. Spectrographische Untersuchungen von Normal-Lichtquellen und die Brauchbarkeit der letzteren zu photochemischen Messungen der Lichtempfindlichkeit. Ebendas. M. 0,20.

O. Gusinde. Beiträge zum Thema: Ueber den Ausfluss von Wasser durch kleine kreisförmige Oeffnungen. Breslau, Köhler. M. 1,00.

M. Hamburger. Untersuchungen über die Zeitdauer des Stosses elastischer cylindrischer Stäbe. Ebenda. M. 1,00.

J. Hepperger. Ueber die Verschiebung des Vereinigungspunktes der Strahlen beim Durchgange eines Strahlenbündels monochromatischen Lichtes durch ein Prisma mit gerader Durchsicht. Wien, Gerolds Sohn. M. 0,50.

F. Lippich. Ueber polaristrobometrische Methoden, insbes. über Halbschattenapparate. Ebenda. M. 0,80.

R. Jacob. Messrädchen zum Messen krummer und geradliniger Entfernungen auf Karten, Plänen und Zeichnungen jeder Art und jeden Maassstabes ohne Benutzung des letzteren. Metz, Scriba. Mit Rädchen M. 2,00, in Etui M. 3,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 1. September 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

In der ersten Sitzung nach den Ferien sprach Herr Reg.-Rath Dr. L. Loewenherz über die Londoner Internationale Ausstellung von Erfindungen. Da der Herr Vortragende einen eingehenden Bericht über die Ausstellung in dieser Zeitschrift demnächst veröffentlichen will, können wir es uns versagen, den Inhalt des Vortrages hier mitzutheilen.

Sitzung vom 15. September 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

Der Abend war einer Besprechung über die für das Jahr 1888 geplante Allgemeine Deutsche Gewerbe-Ausstellung gewidmet. Der Vorstand spricht sich für eine Betheiligung an der Ausstellung aus und schlägt vor, die Gesellschaft möge die Agitation für eine möglichst vollständige Ausstellung der Deutschen Präcisionsmechanik in die Hand nehmen. Die Gesellschaft beschliesst demgemäss und beauftragt den Vorstand, sich mit den Mechanikern Deutschlands in Verbindung zu setzen und zunächst zu erforschen, welche Meinung unter den Deutschen Fachgenossen über das geplante Unternehmen herrsche.

Es folgen hierauf einige Mittheilungen über die Tagesklasse für Mechaniker-Gehilfen. Der erste Cursus ist programmmässig verlaufen. Um indess die in der kurzen Zeit eines Halbjahres erworbenen Kenntnisse gründlicher vertiefen und erweitern zu können, würde es für die Schüler gut sein, wenn der Unterricht noch in einem Abendcursus fortgesetzt werden könnte. Bei reger Betheiligung würde der Director der Handwerkerschule Herr O. Jessen bereit sein, einen solchen Cursus einzurichten. Der Vorstand ersucht die Mitglieder, ihre Gehilfen zu möglichst zahlreicher Theilnahme aufzufordern; ein hierauf bezügliches Circular wird demnächst zur Versendung gelangen. (Ist inzwischen geschehen. D. Red.)

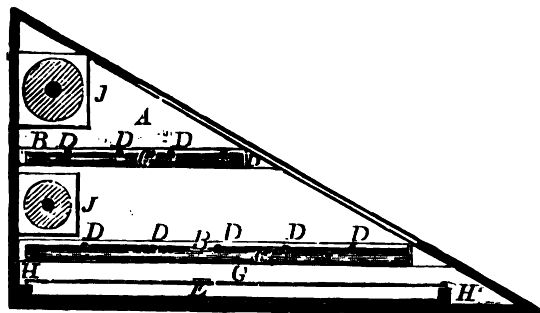
Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

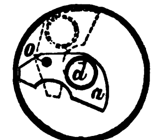
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Mikrophon. Von K. St. Dembinski in Brüssel, Belgien. No. 32150 vom 9. Mai 1884.

Der pultförmige Holzkasten *A* ist durch einen Deckel, bestehend aus einem Holzrahmen, über welchen Drahtgaze gespannt ist, verschlossen. In demselben sind Schieber *B* angebracht, welche die Kohlenstäbe *C* und *D* tragen. Diese Schieber bestehen aus Kästchen von dünnen Holzbrettchen, welche zur Erhöhung der Resonanz im Innern mit Petroleumrauchschwarz überzogen sind. Unterhalb dieser Schieber ist ein dünnes Holzbrett *E* angeordnet, welches ähnlich wie bei Violinen, mit zwei Schallöffnungen versehen ist und über welches an Metallstiften *H* Saiten *G* aus spiralförmig gewundenen Kupfer- oder Stahldrähten gespannt und nach einer Tonleiter abgestimmt sind. Ausserdem nimmt der Kasten *A* noch zwei Inductionsspulen *J* auf, welche mit den in der Längsrichtung liegenden Kohlenstäben *C* in den Stromkreis eingeschaltet sind.



Neuerung an Doppel-Fernrohren. Von M. Cristiani in Frankfurt a. M. No. 32147 vom 23. Januar 1885.



Ein um den Punkt *o* leicht drehbarer, mit Ocularlinse versehener Theil *a* ist so angebracht, dass sich bei einer Halbumdrehung des Doppel-Fernrohrs um seine Axe der Theil *a* mit der Linse *d* vor die Tubusöffnung legt und bei einer weiteren Halbumdrehung von dieser hinwegtritt (punktirte Stellung), wodurch das Doppelrohr nach Belieben auf ein grosses Sehfeld oder auf bedeutende Vergrösserung eingestellt werden kann. Derartige Vorrichtungen können an einem Fernrohr auch doppelt vorhanden sein und die übliche Ocularlinse kann dann fehlen.

Zeiger-Entfernungsmesser. Von Steinfeldt in Berlin. No. 31892 v. 9. Nov. 84.

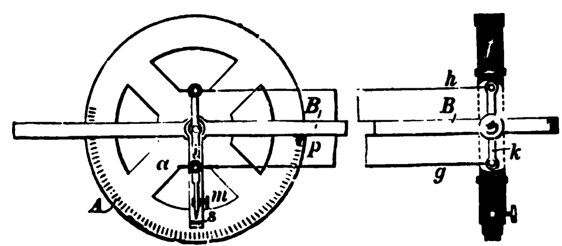


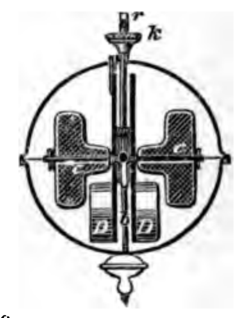
Fig. 1.

Beim Messen wird durch die auf den Arm *i* einwirkende Schraube *m* das mit *i* durch das bewegliche Parallelogramm *g h i k* verbundene Fernrohr *f* in rechtwinklige Stellung zur Stange *B* gebracht und dann die letztere auf der Scheibe *A* festgehalten. Hierauf wird die Scheibe sammt der Stange und dem Fernrohr um den Scheibenzapfen solange gedreht, bis der entfernte Punkt *o* auf das Fadenkreuz fällt, und dann die Scheibe *A* in dieser Stellung festgesetzt. Wird nun durch die Schraube *m* das Fernrohr in eine durch Scale *s* bestimmte, nach aussen abweichende Stellung gebracht, durch Rückwärtsdrehen der Stange *B* das vermöge der Parallelführung stets in gleicher Lage bleibende Fernrohr so weit zur Seite geschoben, bis das Fadenkreuz wieder mit dem Punkt *o* zusammenfällt (vgl. Fig. 2), so wird durch die Grösse dieser Bewegung die Meterzahl der Entfernung von dem Zeiger *p* auf der Scheibe *A* angezeigt.

Die Entfernung, bis zu welcher man mit einem solchen Instrument messen kann, hängt von der Länge der Basis und von der geringeren oder grösseren Schrägstellung des Fernrohres ab.

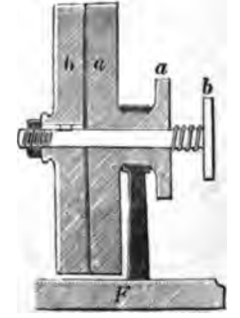
Fig. 2.

Rotationspendel mit Verstellvorrichtung zur Veränderung des Trägheitsmomentes. Von Gebrüder Junghans in Schramberg, Württemberg. No. 31922 vom 9. Sept. 1884.



Das Trägheitsmoment kann dadurch verändert werden, dass man von einem Drehknopf *k* aus zwei um eine Queraxe *c* des Pendelkörpers drehbare und zu dieser Axe excentrisch angeordnete Gewichtsstücke *D* mittels eines Räderwerkes gleichzeitig in entgegengesetztem Sinne verstellt.

Drehbarer Rechenschieber. Von A. Bayerlen in Stuttgart. No. 31889 vom 16. October 1884.



Die logarithmischen Theilungen sind auf den Kreiscylinderflächen der zwei Scheiben *a* und *b* angebracht, welche je für sich mittels der Handscheiben *a'* oder *b'* gedreht oder beide zugleich einem Zeiger gegenüber eingestellt werden können.

Pneumatischer Wassertiefenmesser. Von A. F. W. Paulsen, K. Prytz und G. Rung in Kopenhagen. No. 31899 vom 23. Januar 1885.

Der Wasserstandsmesser besteht aus einer Rohrleitung, die entweder von einem anhaltenden oder von einem vor der Observationsstelle zuwege gebrachten langsamen Strom einer Luftart durchströmt wird. Die Luft strömt in

langsamen Blasen in das Wasser und an dem Punkte aus, dessen Tiefe unter der Wasserfläche gemessen werden soll. Die Höhe des Wasserstandes wird durch den Druck jenes Luftstromes mittels eines Druckmessers beliebiger Art gemessen.

Neuerung an Geissler'schen Quecksilber-Luftpumpen. Von A. Geissler (Ch. F. Geissler Sohn) in Berlin. No. 32224 vom 13. Januar 1885.

An Stelle der bisherigen Hahnen zwischen dem feststehenden Gefäss und dem Recipienten einerseits und der freien Luft andererseits treten automatisch wirkende Ventile eigenartiger Construction (Vergl. diese Zeitschrift 1885. S. 175) (P.-B. 1885. No. 35.)

Selbstthätiger Hobelapparat für Drehbankbetrieb. Von Fa. Berlich & Co. in Berlin. No. 32251 vom 24. Januar 1885.

Der Hobelapparat ist für die Benutzung auf einer Drehbank bestimmt und scheint recht zweckmässig zu sein. Der Stichel wird durch eine auf die Spindel aufgesteckte Kurbel in einer zur Richtung der Drehbankwange quer gestellten Schlittenführung bewegt, der Vorschub des Tisches durch die Leitspindel bewirkt. (1885. No. 35.)

Feile mit zerlegbarer Schnittfläche zum Schärfen durch Schleifen. Von L. Müller in Dresden. (Zusatz-Patent zu No. 27846 vom 1. Jan. 1884.) No. 31979 vom 1. November 1884.

Die einzelnen Lamellen, woraus die Feile besteht, können in der Hülse, welche dieselben zusammenhält in eine für das Abschleifen geeignete schräge Lage gebracht werden. (1885. No. 36.)

Stimmgabel-Spreize. Von O. Wehler in Rotzingen. Amt Waldshut, Baden. No. 32698 vom 13. Januar 1885.

Die zwischen die beiden Schenkel einer Stimmgabel behufs Aenderung des Tones einzuklemmende Spreize besteht aus einer mit Rechts- und Linksgewinde versehenen Doppelschraube und zwei zugehörigen. in Schneiden auslaufenden Muttern. (1885. No. 36.)

Distanzmesser. Von J. Mayer in Bruneck, Tirol. No. 32592 vom 20. Januar 1885.

Der Distanzmesser hat die Form eines mehrseitigen Metallplättchens, dessen Ansätze für einen bestimmten Abstand vom Auge und eine festgewählte Entfernung entsprechend einer gleichen Zahl verschiedener Maasseinheiten (Meter, Schritt, Mannesbreiten u. s. w.) durch Einkerbungen eingetheilt sind. Der Gebrauch desselben ist nicht weiter beschrieben, scheint aber auf ganz roher Schätzung zu beruhen. (1885. No. 38.)

Für die Werkstatt.

Herstellung von Libellen. Coast Survey Report for 1883. S. 93.

Auf Vorschlag Saegmüller's, des Leiters der mechanischen Werkstatt der Coast Survey (U.-S.), wird bei der Herstellung und dem Verschluss der Libellen folgendes Verfahren angewandt. Die Glasröhren sind mit einem kurzen Hals, ähnlich den Phiolen, versehen, in welchen ein sich schliessender Glasstöpsel eingesetzt ist, worauf die Röhre in der gewöhnlichen einfachen Weise hermetisch verschlossen wird. Der Vortheil dieses Verschlusses besteht darin, dass die Röhre mit Leichtigkeit geöffnet werden kann, um Unreinigkeiten zu entfernen oder im Falle des Leckens Aether nachzufüllen. *Wr.*

Biegen von Glasröhren. Techniker 7. S. 43.

Um Glasröhren über einer gewöhnlichen Blaselampe gleichmässig zu biegen, fülle man dieselben mit trockenem Sande. *Wr.*

Dysiot. Techniker 7. S. 151.

Das im Handel unter diesem Namen vorkommende Lagermetall wird erhalten durch Zusammenschmelzen von 62 Th. Kupfer, 18 Th. Blei, 10 Th. Zinn und 10 Th. Zink.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. **Leman** und Dr. A. **Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **November 1885.** Elftes Heft.

Basisapparate und Basismessungen.

Von

Dr. **A. Westphal** in Berlin.

(Fortsetzung.)

In der Schweiz wurde die erste Triangulation von H. Albertin im Jahre 1740 ausgeführt. Dieselbe sollte zu einer Karte des Züricher Sees und seiner Umgebungen dienen; eine auf dem Eise des Züricher Sees gemessene Basis von etwa *1200 Toisen* Länge lag ihr zu Grunde[1]).

Im Jahre 1788 begann der Hamburger Tralles, der als Lehrer der Mathematik nach Bern berufen war, seine umfassenden Messungen[2]). Er unternahm zunächst eine Höhenbestimmung der Berge des Berner Oberlandes und bedeckte zu diesem Zwecke das Land mit einem Dreiecksnetze, das durch zwei Grundlinien bestimmt wurde, die eine im Berner Oberlande, *7556,73 Fuss* lang, die andere am Thuner See von *6463,93 Fuss* Länge. Dieselben sind mit einer Ramsden'schen Stahlkette von *100 Fuss* Länge gemessen worden, ganz nach dem von General Roy angegebenen Verfahren, dessen nähere Schilderung wir bei der Besprechung der englischen Grundlinien finden werden. Ueber die Genauigkeit, mit welcher Tralles diese Grundlinien gemessen hat, habe ich nichts ermitteln können; sie sind nur einmal gemessen worden.

Eine dritte von Tralles 1789 oder 1790 im Nieder-Aargau gemessene Grundlinie von etwa *17 000 Fuss* Länge scheint später keine weitere Verwendung gefunden zu haben.

Die bisherigen Arbeiten von Tralles hatten das Interesse der Regierung des Kantons Bern erweckt und er wurde deshalb behufs Anfertigung einer guten Karte mit einer umfassenden Landesvermessung beauftragt. Er begann im Jahre 1791 mit Messung einer Grundlinie zwischen Aarberg und dem Murtensee; an derselben, sowie auch an den späteren geodätischen Operationen, nahm sein Schüler Hassler Theil, der sich später in Nordamerika einen Ruf als Geodät erwarb. Die Basis wurde einmal in derselben Weise wie die früheren gemessen und ihre Länge zu *40 188,347 Fuss* gefunden; die Endpunkte wurden durch grosse unterirdische Steinblöcke fixirt, in denen Stahlspitzen, in Bleicylinder eingelassen, die Endpunkte bezeichneten. Zum zweiten Male wurde sie im Jahre 1797 gemessen, diesmal mit vier eisernen Messstangen von je *4 Toisen* Länge; dieselben wurden mittels einer von Canivet 1768 verfertigten Toise etalonnirt, die seinerzeit bei der durch die Gradmessung von Mason und Dixon veranlassten Vergleichung der Französischen und Englischen Maasse gedient hatte. Die Länge der Basis wurde diesmal zu ***40188,543 Fuss***, auf + 15° R. reducirt, gefunden. Den Zeitverhältnissen ist es wohl

---

1) R. Wolf, Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, Zürich 1879. S. 75. — 2) Wolf, a. a. O. S. 145. Zimmermann, Annalen d. Geogr. u. Statist. 2. S. 148. Braunschweig 1791. Liter. Archiv der Acad. z. Bern. III. Bern 1809. Zach, Allg. Geogr. Eph. I. 242 u. 267. Gotha 1798.

zuzuschreiben, dass eine detaillirte Beschreibung der Messungsoperationen nicht veröffentlicht worden ist. Die Differenz von *0,196 Fuss* zwischen beiden Messungen ist gering, doch können die beiden Resultate nicht unmittelbar miteinander verglichen werden, da bei der ersten Messung die Temperaturbestimmung recht ungenau gewesen war; das zweite Resultat wurde auch zur Berechnung der Seiten benutzt. Dass die Messung gut war, zeigte sich gelegentlich der später durch den Obersten Henry geleiteten Triangulation der Schweiz seitens der Französischen Militärbehörden; hierbei wurde, von der später zu erwähnenden Basis von Ensisheim im Elsass aus gerechnet, als Länge der Aarberger Basis ein Werth erhalten, der von dem 1797 bestimmten nur um *0,2 Meter* abwich.

In die Zeit der Tralles'schen Messungen fallen auch die Arbeiten Feer's in der nordöstlichen Schweiz, die Vermessung des Rheinthals und seiner Umgebungen[1]). Der Messung liegt eine Basis bei Zürich von etwa *1750 Toisen* Länge zu Grunde; dieselbe ist mehrfach gemessen, 1792 mit der Kette, 1793 mit Holzlatten, 1794 und 1797 mit *20 Fuss* langen aus drei dünnen Brettern zusammengesetzten Holzkästen. Wir gehen auf diese Messungen nicht näher ein, da die verschiedenen Methoden wenig Bemerkenswerthes bieten und auch die erreichte Genauigkeit wenig zu einer näheren Besprechung einladet.

Die späteren Schweizer Basismessungen sind mit modernen Apparaten vorgenommen worden; ihre Besprechung bleibt daher einem späteren Abschnitte vorbehalten.

Den Anlass zu grösseren geodätischen Operationen in Deutschland gab die Längenmessung Cassini's III zwischen Strassburg und Wien[2]). Nachdem derselbe im Jahre 1761 eine Recognoscirungsreise in Deutschland unternommen hatte, die sich im Norden bis Mannheim und in die Gegend von Bayreuth ausdehnte, legte er im folgenden Jahre zunächst eine Dreieckskette zwischen Strassburg und Mannheim, von der im Jahre 1734 gemessenen Strassburger Basis ausgehend; zur Controlirung dieser Operation maass er in der Nähe von Mannheim in Gemeinschaft mit dem Astronomen der dort eben errichteten Sternwarte, Chr. Mayer, eine Grundlinie von *37438,58 Fuss* Länge. Cassini hat über die Messung nichts Näheres mitgetheilt und auch Chr. Mayer[3]), der die Basis im folgenden Jahre der Winkelmessung wegen verlängerte, sagt nur, dass sie mit Holzmaassstäben zweimal gemessen worden sei und dass als Etalon eine von Maraldi bestimmte Copie der *Toise du Pérou* gedient habe; die gute Construction der Messstangen, die durch mehrere Lagen von Firniss gegen den Einfluss der Feuchtigkeit geschützt waren, hebt Mayer rühmend hervor. Auf die Basis gründete sich eine Vermessung der Pfalz, die indess bei den im Anfange dieses Jahrhunderts vorgenommenen Nachmessungen die Probe nicht bestand, so dass wir auf dieselbe nicht näher einzugehen brauchen. — In demselben Jahre 1762 legte Cassini für seine Längengradmessung zwischen Strassburg und Wien eine Dreieckskette von Strassburg bis München und maass in der Nähe der letzteren Stadt eine Basis von *7324 Toisen* Länge; die weitere Messung bis Wien wurde durch die von Liesganig im April 1763 auf dem Marchfelde bei Wien gemessene Grundlinie controlirt. Die Arbeiten Cassini's in Deutschland haben seinem Rufe als Geodäten sehr geschadet; die Vermessung Bayern's durch Französische Officiere im Anfange dieses Jahrhunderts gab Gelegenheit, die Cassinischen Operationen zu controliren und da zeigte es sich, dass die Messungen sehr mangelhaft waren. Beigel[4]) wies z. B. nach, dass in einem Dreiecke die Summe der Winkel 190° betragen habe. Die End-

[1]) Wolf, a. a. O. 165. Zach, Allg. Geogr. Eph. III. 350. Gotha 1799. — [2]) Mém. de l'Acad. des Sciences de Paris. Année 1763. — [3]) Basis Palatina anno 1762 et 1763 dimensa a Chr. Mayer, S. J. Mannhemii 1763. — [4]) Zach, Monatl. Corr. 7. S. 386. Gotha 1803. Zach fand später in Cassini's *Déscription géometrique de la France* auch viele Fehler, so dass er ihn einmal *le vieux pécheur en géodésie* nennt.

punkte der Münchener Basis waren so ungünstig gewählt, dass von ihnen aus keine Dreieckspunkte sichtbar waren; die Basis musste daher auf trigonometrischem Wege auf zwei in der Richtung der Grundlinie liegende Thürme bezogen werden; diese Messung ergab als Entfernung der beiden Thürme *8693 Toisen;* die Französischen Officiere erhielten im Jahre 1803 diese Länge zu *8692,12 Toisen;* diese Uebereinstimmung ist indess nicht verbürgt, da die an verschiedenen Stellen gemachten Angaben Cassini's über die Basislänge und über die Entfernung der Endpunkte von den beiden Thürmen beträchtlich auseinandergehen.

Auf die Münchener Basis wünschte die Bayerische Academie der Wissenschaften eine Vermessung Bayerns zu begründen. Da aber die von Cassini durch eiserne Cylinder unterirdisch fixirten Basisendpunkte schon im nächsten Jahre nicht mehr vorgefunden wurden, so musste die Basis neu gemessen werden; dies geschah durch P. v. Osterwald im Jahre 1764[1]). Die Messung wurde mit fünf Holzlatten von je *12 Fuss* Länge, die mittels einer von Cassini der Academie übermittelten eisernen Toise etalonnirt waren, vorgenommen; die Basis ist zweimal gemessen. Bei der ersten Messung wurden im Alignement von 20 zu 20 Fuss Pfähle eingeschlagen, an dieselben Bretter horizontal angenagelt und auf diese wie auf eine Brücke die Holzlatten gelegt; lagen die fünf Stäbe hintereinander, so wurde der fünfte auf seiner Unterlage festgeschraubt, dann die vier anderen weggenommen, vorn wieder an den fünften angelegt und nun dieser erst losgelöst und vorn angeschoben. Dies ging sehr langsam vor sich; daher wurden bei der zweiten Messung die Stäbe direct auf die Erde gelegt und einfach aneinander geschoben. Ueber die Art, wie das Alignement und die Ablothungen vorgenommen wurden, ist nichts gesagt; auch findet sich keine Andeutung darüber, in welcher Weise bei der ersten Messung die Unterlagen für die Messstangen horizontal befestigt wurden und ob bei der zweiten die Neigung der Messstangen berücksichtigt worden ist. Von einer Bestimmung der Veränderlichkeit der Messstangen durch Temperatureinflüsse hatte Osterwald vor der Messung abgesehen, da er ganz naiv der Ansicht war, wenn die Resultate der beiden Messungen übereinstimmten, könne man sich dabei beruhigen und brauche nicht nach den Ursachen zu forschen, die dies herbeigeführt hatten. Als nun aber beide Messungen erheblich von einander abwichen, die erste hatte die Länge der Basis zu *43824 Fuss*, die zweite zu *43834,25 Fuss* ergeben, da bewog das Bestreben, eine Uebereinstimmung zwischen beiden Messungen zu erzielen, doch dazu, eine Bestimmung des Ausdehnungscoefficienten der Messstäbe vorzunehmen. Glücklicherweise konnte der Einfluss der Temperatur noch in Rechnung gezogen werden, da bei jeder Lage von fünf Stangen ein Brander'sches Thermometer[2]) abgelesen worden war. Hieraus wurde als mittlere Temperatur bei der ersten Messung $+3°$, bei der zweiten $+10°$ erhalten. „Da nun", sagt Osterwald, „die Erfahrung lehre, dass sich das Holz in der Wärme zusammenziehe, in der Kälte aber ausdehne, so habe die erste Messung einen kleineren Werth ergeben müssen als die zweite." Der Ausdehnungscoefficient der Stäbe wurde in folgender primitiven Weise bestimmt: die fünf Stäbe, zusammen *60 Fuss* oder *10 Toisen* lang, wurden bei $+9°$ in gerader Linie auf den (ebenen?) Steinboden einer Kirche gelegt und an den Endpunkten feine Striche gezogen. Es wurde nun beobachtet, dass die Länge der Stäbe

bei $+3°$ um 0,0012 Toisen länger,
„ $+15°$ „ 0,0012 „ kürzer,
„ $+18°$ „ 0,0018 „ kürzer

[1]) Abhandl. der Churfürstl. Bayer. Acad. d. Wissensch. *1.* Theil 2. S. 62. München 1763 und *2.* Theil 2. S. 361. München 1764. — [2]) Ich habe über die Einrichtung dieses Thermometers nichts erfahren können; Osterwald giebt an, dass es „temperirt" 0° anzeige; wahrscheinlich ging die Graduirung von einer mittleren Wärme aus, vielleicht $+13°$ R., die vielfach als mittlere Erdwärme angesehen wurde.

geworden war. Hieraus leitete Osterwald für die Lagenlänge von *10 Toisen* pro Grad des Brander'schen Thermometers einen negativen Ausdehnungscoefficienten von 0,0002 Toisen ab (pro Meter 20 Mikron). Mittels desselben wurden die Messungen noch einmal reducirt und für 0° als Resultat der

1. Messung: 43 820 Fuss 5 Zoll 0 Linien
2. „ 43 820 „ 5 „ 3 „

erhalten. Inwieweit der Wunsch, die Resultate beider Messungen in Uebereinstimmung zu bringen, die Bestimmung des Ausdehnungscoefficienten beeinflusst hat, mag unerörtert bleiben, umsomehr als die Osterwald'sche Basismessung nicht recht verwerthet worden ist; Beigel nennt sie daher mit Recht ein zweckloses Unternehmen.

In den politischen Verhältnissen Deutschlands war es begründet, dass nach diesem ersten Versuche wissenschaftlich geodätischer Messung geraume Zeit verstrich, ehe umfassende trigonometrische Arbeiten unternommen wurden. Erst im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts wurden zunächst von einigen Privaten, aus Liebe zur Wissenschaft, dann von einzelnen Staaten grössere geodätische Operationen ausgeführt, aber auch diese hatten keinen streng wissenschaftlichen Character, sondern dienten als Grundlagen für kartographische Zwecke. Wenn ich trotzdem die bei diesen Arbeiten gemessenen Grundlinie erwähne, so mag einerseits das Streben nach möglichster Vollständigkeit, andererseits der Umstand als Entschuldigung dienen, dass die Genauigkeit, mit welcher diese Grundlinien gemessen sind, sich nicht wesentlich von der damals selbst bei Gradmessungen erreichten unterscheidet. — Im südwestlichen Theile des jetzigen Bayern nahm J. A. Amman[1]) geographische Messungen vor. Die hierbei gelegten Dreieckskettten wurden durch drei Grundlinien, eine bei Sonthofen westlich vom Bodensee, eine bei Dillingen und eine dritte bei Augsburg bestimmt, die in derselben Weise wie die Osterwald'sche Basis bei München gemessen worden sind. Amman verband seine Messung mit den Cassini'schen Dreiecken, den Feer'schen in der nördlichen Schweiz, den Osterwald'schen bei München, sowie mit den Chr. Mayer'schen in der Pfalz; die Münchener Basis von Osterwald erhielt Amman auf *1,4 Fuss* übereinstimmend, dagegen fand er bei den Grundlinien von Mannheim und Strassburg beträchtliche Unterschiede; bei Speier fand er die Cassini'schen Dreieckseiten auf *1000 Toisen* um *1,8 Toisen*, bei Ulm sogar um *3 Toisen* zu lang. — An die Amman'sche Triangulation schliesst sich Bohnenberger's[2]) erste Vermessung Württembergs, welche auf einer bei Tübingen gemessenen Grundlinie basirte, von der mir nur bekannt ist, dass sie mit Holzmaassstäben gemessen wurde, deren Längen mittels einer eisernen Toise etalonnirt waren. Die zweite genauere Triangulirung Bohnenberger's in Württemberg wird uns in einem späteren Abschnitte dieser Abhandlung eingehender beschäftigen. — Im westlichen Deutschland begann der Prediger Fr. Chr. Müller im 1789 eine Vermessung der Grafschaft Mark,[3]) der eine bei Schwelm gemessene Basis von *43116 Rhein. Fuss* Länge zu Grunde lag; die Basis wurde mit grosser Sorgfalt zweimal gemessen; die Messung geschah mit drei Holzmaassstäben, die neben einer im Alignement ausgespannten Schnur direct auf die Erde gelegt wurden und deren Neigung man mittels Niveaus bestimmte; der Temperatureinfluss wurde nicht berücksichtigt; die beiden Messungen differirten nur um *2 Zoll*. Eine zweite Verificationsbasis von *25450 Fuss* wurde bei Dortmund zweimal gemessen; die Differenz beider Messungen war hier etwas grösser, *0,96 Fuss*. — An die Müller'schen

---

[1]) J. A. Amman, Geogr. Ortsbestimmungen in Schwaben, Dillingen 1796. Vgl. Zach, Allg. Geogr. Eph. I. 357 u. Zach, Monatl. Corr. *1.* 270, sowie Bode's Astr. Jahrb. III. Suppl.-Band. Berlin 1797. S. 159. — [2]) Zach, Allg. Geogr. Eph. I. 241 u. Zach, Monatl. Corr. *5.* 216. Gotha 1802. Vgl. auch Bode's Astron. Jahrbuch. IV. Suppl.-Band. Berlin 1808. S. 190. — [3]) Fr. Chr. Müller, Trigonometr. Vermessung der Grafschaft Mark. 1793. C. A. W. Zimmermann, Annalen der Geogr. und Statistik, *3.* 339. Braunschweig 1792.

Arbeiten schloss sich im Süden einige Jahre später die Vermessung der Grafschaft Berg durch Benzenberg[1]) an, welcher zum Zwecke derselben zwei Grundlinien maass, eine bei Kaiserswerth und eine bei Siegburg, über welche aber nichts veröffentlicht ist. — Im Nordwesten führte C. Wessel[2]) zu derselben Zeit die dänische Vermessung Bugge's nach Süden weiter; er legte eine Dreieckskette durch Holstein, Lübeck, an der unteren Elbe, der Nordseeküste entlang bis zur Insel Wangeroog, in Verbindung mit Behrens, der die Vermessung der oldenburgischen Küste übernommen hatte. Der ganzen Operation lag eine in Holstein in der Nähe der Osenberge gemessene Basis von *17619,7 Rh. Fuss* Länge zu Grunde; zur Verification der Messung diente eine von Wessel an der Elbmündung im Lande Hadeln gemessene Basis, deren direct gemessene Länge von *7490,2 Fuss* um *0,75 Fuss* von der aus der Winkelmessung folgenden abwich; eine zweite Control-Basis maass Behrens bei Friederikensiel; die direct gemessene Länge war *8615,3 Fuss*, die aus der Dreieckskette berechnete betrug *8613,7 Fuss*. Die drei Grundlinien sind mit Holzmaassstäben gemessen, deren Länge auf einem von Bugge erhaltenen Messingnormal von *2 Fuss* Länge beruhte; das Alignement geschah mittels Passageninstrument, die Neigung der Messstangen wurde bestimmt, doch scheint der Temperatureinfluss nicht berücksichtigt worden zu sein. — An diese Arbeiten schloss L. F. Mentz[3]) eine Triangulirung Oldenburgs. Die Nachrichten über dieselbe sind dürftig; ich habe nur ermitteln können, dass Mentz im 29. Oldenburgischen Dreiecke, von der Wessel'schen Hauptbasis aus gerechnet, eine kleine Verificationsbasis von *2693,8 Fuss* maass, welche von der aus der Rechnung abgeleiteten Länge nur um *0,3 Fuss* abwich. Oltmanns[4]) knüpfte ferner an die Wessel'schen Arbeiten eine Aufnahme von Ostfriesland, von der ich nur erwähnen kann, dass drei Grundlinien, bei Ammersum, bei Leer und bei Esens gemessen wurden, deren direct bestimmte Längen von den errechneten um etwa *2 Fuss* abgewichen haben sollen. — Im Nordosten Deutschlands liess Preussen zur Herstellung guter Karten umfassende Triangulationen in Ost- und Westpreussen vornehmen, die von v. Textor[5]) mit grosser Umsicht und bester Ausnutzung der ihm zu Gebote stehenden geringen instrumentellen Hilfsmittel ausgeführt sind. Die Seiten der Dreiecksketten wurden durch folgende acht Grundlinien, deren Längen zwischen *1000* und *2000 Rhein. Ruthen* variirten, bestimmt: 1. im Samlande zwischen Schmidehnen und Bledau, 2. bei Stallupönen, 3. bei Tilsit, 4. bei Johannisburg, 5. auf dem Eise des Haffs bei Tolkemit, 6. bei Thorn, 7. bei Berent, 8. bei Schneidemühl. Diese Grundlinien sind mit vier hölzernen Messstäben gemessen, deren Längen mittels eines Messingnormals von *0,5 m* Länge bestimmt waren. Textor hatte dies Normal durch Zach's Vermittlung von Lalande erhalten; die angewandte Methode war Contactmessung; die Neigung der Stangen, die direct auf die Erde gelegt wurden, wurde mittels eines mit Gradbogen versehenen Niveaus bestimmt; besondere Sorgfalt wurde auf das Alignement verwendet, das mit Hilfe eines Passageninstruments ausgeführt wurde; die Temperaturcorrection wurde nicht berücksichtigt. Die Textor'schen Grundlinien unterscheiden sich, was Sorgfalt der Messung anbetrifft, von den besten Cassini'schen nicht; trotzdem differirten die aus der Rechnung abgeleiteten Längen von der direct gemessenen Grundlinie in einzelnen Fällen bis zu *5 Rhein. Ruthen*; dies ist indess weniger den Basismessungen als den Winkelmessungen zuzuschreiben, die mit Spiegelsextanten ausgeführt wurden. In der Folge wurde v. Textor beauftragt, seine Messungen nach Westen auszudehnen. Zu diesem Zwecke verband er[6]) Oder und Elbe durch Dreiecksketten, zu deren Bestimmung er eine Grundlinie bei

[1]) Bode's Astron. Jahrb. 1808. Berlin 1805 S. 262. — [2]) Zach, Allg. Geogr. Eph. IV. Einleitung S. XIV. — [3]) A. a. O. S. 359. — [4]) Zach, Monatl. Corr. *5*. 118. Gotha 1802, sowie J. Oltmanns, die trigonometr.-topogr. Vermessung von Ostfriesland. Leer 1815. — [5]) Zach, Allg. Geogr. Eph. II. 19. III. 410; Zach, Monatl. Corr. *1*. 307 Gotha 1800 und *6*. 171, Gotha 1802. — [6]) Zach, Monatl. Corr., *24*. 106. Gotha 1811.

Frankfurt a. O. von *2219 Ruthen* und eine zweite bei Lenzen an der Elbe von *1316 Ruthen* maass; eine aus beiden abgeleitete in der Mitte liegende Seite wurde aus der ersten zu *7112 Ruthen*, aus der zweiten zu *7113 Ruthen* berechnet. — Gleichzeitig mit den Textor'schen Arbeiten unternahm v. Lecoq eine Vermessung der Preussischen Besitzungen in Franken,[1]) deren Grundlage eine bei Bayreuth gemessene Basis bildete und kurz darauf eine Aufnahme von Westphalen,[2]) die sich an die Oldenburgischen Dreiecke von Oltmanns und an die Müller'schen in der Grafschaft Mark anschloss; zur Verification seiner Arbeiten maass Lecoq fünf Grundlinien, bei Minden, Münster, Rees a. Rh., Paderborn und Warburg, über die ich aber nichts weiter veröffentlicht gefunden habe, als dass sie zwei- oder dreimal gemessen sind.

Bei den bisher geschilderten Basismessungen in Deutschland war man der Cassini'schen Methode gefolgt und hatte stets Contactmessungen ausgeführt; nur in Bezug auf Einrichtung des Alignements und Bestimmung der Neigung der Messstangen hatte man sich hier und da feinerer Mittel als Cassini bedient; die verbesserten Methoden von Boscovich, Beccaria und namentlich die der Mailänder Astronomen hatte man entweder nicht gekannt oder nicht beachtet. Sehr vortheilhaft unterscheidet sich in dieser Beziehung von den früheren die Basismessung, von der jetzt die Rede sein soll, die Messung der Basis von Seeberg durch den Freiherrn von Zach im Jahre 1805. Bald nach der Erwerbung der neuen Besitzungen in Thüringen wandte sich König Friedrich Wilhelm III. an Zach, damals Director der Seeberger Sternwarte, mit der Aufforderung, die Vermessung der neuen Landestheile auszuführen. Zach übernahm diesen ehrenden Auftrag bereitwilligst und verband damit zugleich mit Zustimmung der betheiligten Landesherren eine Gradmessung in Thüringen, die mit allen Hilfsmitteln ausgeführt wurde, welche dem erfahrenen Astronomen und genauen Kenner der geodätischen Literatur zu Gebote standen. Der astronomische Theil der Messung wurde in Zach's *Monatlicher Correspondenz* nach und nach, und auch in einem besonderen Buche gesammelt veröffentlicht; die geodätischen Messungen sind indess nicht veröffentlicht worden; Zach stellt dies zwar an einigen Stellen in Aussicht, aber er ist wahrscheinlich wegen der Ungunst der Zeiten nicht dazu gekommen. Ueber die Seeberger Basis giebt er gelegentlich einer Mittheilung von Müffling[3]) einige Notizen, denen ich Folgendes entnehme. Die Basis wurde im Meridian des Passageninstruments der Seeberger Sternwarte gemessen und war nördlich desselben über *6000 Toisen*, südlich desselben *3000 Toisen* lang; der nördliche Theil ist nur einmal, der südliche zweimal gemessen. Als Messstangen dienten fünf Eisenstäbe von T-förmigem Querschnitt und *2 Toisen* Länge. Bei der Einrichtung derselben, sowie bei der ganzen Messung scheint das Beispiel der Mailänder Astronomen von maassgebendem Einflusse gewesen zu sein. Die Eisenstäbe ruhten in Holzkästen, deren Form nicht angegeben ist, die aber dieselbe gewesen zu sein scheint wie bei der Basis von Somma, wenigstens ruhen die Stäbe hier wie dort auf Cylindern, auf welchen sie hin und her rollen können und haben ebenfalls an ihrem unteren Theile auf eine kleine Strecke eine Verzahnung, in welche ein Trieb greift, durch dessen Vermittlung die Feinbewegung der Stangen erfolgt. Die Mitte der Stäbe wurde, ebenfalls wie bei der Basis von Somma, nicht in die Basislinie gebracht, sondern der Rand derselben; die Enden der Stäbe wurden neben einander gelegt und es fand Coincidenz-Beobachtung statt, so dass bald der eine, bald der andere Rand der Stangen in der Linie lag. Die Stäbe trugen jedoch nicht eine Endlinie an jedem Ende, wie die der Mailänder Astronomen, sondern jedes Stangenende hatte eine Theilung, die so eingerichtet war, dass bei der Messung die eine Stange der anderen als Nonius diente; dies ist eine wesentliche Ver-

---

[1]) Zach, Monatl. Corr. *6*. 362. Gotha 1802. — [2]) Zach, Monatl. Corr. *8*. 68 und 136. Gotha 1803 — [3]) Zach, Corr. Astr. *4*. 533 Genua 1820.

besserung gegen die Einrichtung der Mailänder Messstäbe; die Ablesung ist verschärft und das zeitraubende Zusammenbringen zweier Endlinien zu einer Geraden fällt fort. Jede Stange trug ein Niveau und ein Thermometer, deren Angaben bei jeder Lage abgelesen wurden. Das Alignement der Basis wurde mit Hilfe des Passageninstrumentes der Sternwarte bewirkt. Die Ausdehnungscoefficienten der Messstangen waren mittels eines Pyrometers bestimmt worden. Als Etalons dienten zwei eiserne Copien der *Toise du Pérou*, sowie ein Platin- und ein Eisennormal von *1 Meter* Länge. Die Endpunkte der Basis wurden unterirdisch durch vertical stehende unten festgemauerte Kanonenrohre bestimmt; die Mündungen derselben trugen Kupferplatten, auf denen die Endpunkte fixirt waren. Leider wurden die Kanonen im folgenden Kriegsjahre entfernt, aus Furcht, der Feind könne dieselben für verborgenes Kriegsmaterial ansehen.[1]) Als der General v. Müffling im Jahre 1820 den südlichen Theil der Basis wieder reconstruiren wollte, fand sich das Mauerwerk am südlichen Endpunkte noch erhalten; mit Hilfe von Winkelmessungen, die mit früher gemessenen Winkeln verglichen werden konnten, gelang daher die Wiederherstellung des südlichen Theiles der Basis. Die direct gemessene Länge derselben konnte v. Müffling mit Hilfe seiner Triangulationen, die am Rhein an die Tranchot'schen Dreiecke angeschlossen waren und von den Seitenlängen derselben ausgingen,[2]) mit den Grundlinien von Melun und Ensisheim, von denen in einem späteren Abschnitte die Rede sein wird, sowie mit den bald zu erwähnenden von Darmstadt und Romney Marsh vergleichen. Die Seeberger Basis war im Jahre 1805 direct gemessen worden zu 3014,2293 Toisen. Sie wurde von v. Müffling berechnet

aus der Basis von	Melun,	durch	eine	Kette	von	70	Dreiecken	zu	3014,0376	„
„ „ „ „	Ensisheim,	„	„	„	„	33	„	„	3013,5923	„
„ „ „ „	Darmstadt,	„	„	„	„	26	„	„	3013,6191	„
„ „ „ „	Romney Marsh,	„	„	„	„	60	„	„	3014,2190	„

Die gute Uebereinstimmung mit den Grundlinien von Romney Marsh und Melun fällt besonders auf, doch darf man nicht ausser Acht lassen, dass die Reconstruction der Basis nicht ganz sicher ist.

Von Deutschen Basismessungen, die in den Rahmen dieses Abschnittes fallen, wäre noch die eben genannte Basis von Darmstadt zu erwähnen, die von Eckhardt und Schleiermacher für die Triangulation von Hessen-Darmstadt im Jahre 1808 mit Holzmaassstäben gemessen wurde.[3]) Einzelheiten der Messung habe ich nicht in Erfahrung bringen können, doch scheint die Messung gut gewesen zu sein, da die aus den Grundlinien von Ensisheim, Speier und Seeberg abgeleitete Länge im Mittel nur um *0,08 Toisen* von der direct gemessenen Länge, *3976,09 Toisen*, differirte.

Die im Jahre 1801 mit Holzmaassstäben gemessene Münchener Basis wäre eigentlich auch in diesem Abschnitte noch zu besprechen. Da sie indess in Verbindung mit anderen in Bayern mit genaueren Apparaten gemessenen Grundlinien noch heute als Grundlage der Bayerischen Triangulation gilt, so soll ihre Besprechung einem späteren Abschnitte vorbehalten bleiben.

Wir sehen aus dem Vorstehenden, dass mit Ausnahme der Arbeiten des Freiherrn von Zach die Basismessung in Deutschland während des besprochenen Zeitabschnittes keine nennenswerthen Fortschritte gemacht hat. Desto grösser ist aber der Antheil Deutschlands an der Entwicklung dieses Zweiges der Geodäsie in diesem Jahrhundert, wie wir später sehen werden.

---

[1]) J. J. Baeyer, Ueber die Grösse und Figur der Erde, Berlin 1861 S. 11. — [2]) Lindenau und Bohnenberger, Zeitschr. f. Astr. *5*. S. 41. Stuttgart 1818. — [3]) Zach, Corr. Astr. *1*. 101. Genua 1818. u. Fischer, Lehrbuch der höheren Geodäsie, Giessen 1846, 2. Abschn. S. 103.

Wir haben uns jetzt einige Jahrzehnte zurück zu wenden, um uns mit den Basismessungen in England zu beschäftigen.

Auch in England hat man erst spät trigonometrische Vermessungen ausgeführt. Die erste Veranlassung gab die Verlegenheit, in welche die Englische Armee in dem Kampfe gegen die Schotten im Jahre 1763 durch den Mangel an zuverlässigen Karten gerieth. Dies führte zunächst zu einer sehr flüchtigen von Roy ausgeführten Vermessung der Hochlande Schottlands. Hieran sollte sich eine über das ganze Land erstreckende Triangulation anschliessen, aber die Sache blieb mehrere Jahrzehnte liegen und es geschah nichts, mit Ausnahme einer privaten Unternehmung General Roy's, der im Jahre 1784 zur Verbindung der hauptsächlichsten Punkte Londons mit der Sternwarte zu Greenwich eine Basis von 7744 *engl. Fuss* in der Nähe von London maass. Ein reges Leben begann sich aber zu entwickeln, als im Jahre 1784 auf Veranlassung von Cassini de Thury III die Regierungen von Frankreich und England sich zu einer astronomisch-geodätischen Verbindung der Sternwarten von Paris und Greenwich vereinigten. Mit der Leitung der Arbeiten in England wurde General Roy betraut, dem Leute wie Cavendish, Smeaton zur Seite standen und der sich bei der Construction und Ausführung der nöthigen Instrumente der wirksamen Unterstützung des grossen Mechanikers Ramsden erfreute. General Roy ging mit grossem Eifer, aber ruhig abwägender Ueberlegung an seine Aufgabe heran; er scheint ein genauer Kenner der ganzen Gradmessungs-Literatur gewesen zu sein, hat die vielen Mängel der bisherigen geodätischen Instrumente und Methoden augenscheinlich richtig erkannt und sie bei seinem Unternehmen zu vermeiden gesucht. Und so hat er denn in der That ein Werk geschaffen, das sich in Bezug auf Theorie und Methode der Messung sowohl als auch durch die zur Anwendung gekommenen Instrumente von zeitgenössischen Arbeiten vortheilhaft abhob. Dies gilt von der Einführung der neuen Ramsden'schen Vollkreise in die Geodäsie, über die wir bei anderer Gelegenheit später sprechen werden, von der Verbesserung der Visirpunkte durch künstliches Licht, besonders aber von der Vervollkommnung der Methoden und Apparate zur Basismessung.

Als Grundlage der Englischen Arbeiten, die sich von London, Greenwich über den Canal erstreckten und sich an die Grundlinie der Franzosen bei Dünkirchen anschliessen sollten, diente die im Jahre 1784 gemessene Basis von Hounslow-Heath,[1]) zwischen London und Greenwich gelegen. Um sich möglichst vor Fehlern zu hüten, beschloss General Roy, sich nicht auf eine Methode der Messung zu verlassen, sondern die Basis auf verschiedene Weise und mit verschiedenen Apparaten zu messen. Zunächst hatte er hierbei die Messung mittels der Kette in's Auge genommen. Zu diesem Zwecke liess er von Ramsden eine Stahlkette anfertigen, wie sie bisher mit gleicher Präcision der Ausführung nicht gesehen worden war. Die Kette, 100 *engl. Fuss* lang, bestand aus 100 Gliedern von je 1 *Fuss*. Die Verbindungsringe lagen vertical, der leichteren Verpackung wegen bei jedem zehnten Glied horizontal, so dass die ganze Kette, welche 18 Pfund wog, in einem Kasten von 14 *Zoll* Länge und 8 *Zoll* Breite und Höhe Platz fand. Die Kette lag bei der Messung auf 17 Böcken. Die Endglieder der Kette, sowie das erste uud letzte Stativ hatten Einrichtungen, welche ein genaues Anspannen der Kette ermöglichten; sie trugen ferner Indices, welche das Fixiren des Anfangs- und Endpunktes der Kette zuliessen. Von einer genauen Beschreibung dieser Einrichtung wollen wir hier absehen, da die Kette, deren Länge durch das Anspannen fortwährenden Aenderungen unterworfen ist, niemals ein präcises Messen gestatten wird. — In zweiter Linie hatte Roy die Messung der Grundlinie mit Hilfe von Holzmaassstäben beschlossen, und da er Vergleiche zwischen der bisher allgemein üblichen Contact-

[1]) Phil. Transact. 1785.

messung und der von Boscovich zuerst eingeführten Methode der Coincidenzmessung machen wollte, so gab er den Stäben Einrichtungen, welche ihre gleichzeitige Verwendung als End- und Strichmaass gestattete. Aus einem alten Schiffsmast von Tannenholz wurden drei Holzstäbe von *20 Fuss 3 Zoll* Länge, *1,25 Zoll* Breite und *2 Zoll* Dicke, ferner noch ein vierter Stab von etwas grösseren Dimensionen, der als Etalon dienen sollte, herausgeschnitten. Die Stäbe waren, um sie vor Biegung zu schützen, mit horizontalen und verticalen Versteifungen versehen, der Etalon nur mit horizontalen. Die Enden eines jeden Stabes erhielten einen Ansatz von Glockenmetall, der an seiner oberen Kante einen schwach convexen Vorsprung hatte. Auf der Oberfläche der Stangen *A A* (Fig. 7) befanden sich nahe den Enden Elfenbeinplättchen *e*, auf denen je *1,5 Zoll* vom Endpunkte der Stange entfernt, senkrecht zur Längsaxe der Stäbe, je ein schwarzer Strich gezogen war. Unmittelbar hinter jeder Elfenbeinplatte waren die Stangen an ihrer unteren Fläche bis etwa zur Mitte ihrer Höhe ausgehöhlt; die Aushöhlung diente zur Aufnahme eines Messingrädchens von *0,8 Zoll* Durchmesser, das von einer *5 Zoll* langen Messingfeder, in deren gabelförmigen Enden es drehbar war, gehalten wurde. Die Stärke der Feder war so gewählt, dass das Rad durch den Druck der Stangenschwere in der Höhlung gehalten wurde, wenn der Stab auf den Böcken auflag; liess man aber eine verticale, von der Oberfläche durch die Dicke der Stange gehende Schraube *s* auf die Feder wirken, so trat das Rädchen aus der Höhlung heraus, die Stange ruhte mit ihrem Gewicht von 24 Pfund auf den beiden Rädern und konnte sanft auf den Böcken hin und her gerollt werden. Die Lagerung der Stangen war nicht glücklich gewählt; sie lagen nur mit ihren Enden auf je einem Bocke auf und zwar derart, dass die obere quadratische Platte *P* eines Bockes dem Anfangs- und Endpunkt zweier Stäbe gleichzeitig als Unterlage diente. Zur sicheren Auflage der Stangen auf den Böcken, um sie vor seitlichen Verschiebungen durch Wind zu schützen, waren dieselben in Entfernung von *5,5 Zoll* von den Enden mit Querhölzern *B B* von *9 Zoll* Länge, *1,5 Zoll* Breite und *1 Zoll* Dicke versehen; dieselben waren in rechteckigen Ausschnitten der Stangen befestigt; an diesen Querhölzern griffen die Horizontal- und Verticalklemmen *H* und *K* an, welche die Lage der Stäbe während der Messung sicherten. Die Stäbe waren so etalonnirt, dass die Entfernung der beiden convexen Endflächen *20 Fuss 3 Zoll*, die der Indices auf den Elfenbeinplatten *20 Fuss* betrug. Als Etalon diente ein Messingstab von *3,5 Fuss* Länge; derselbe rührte von Graham her, trug den Namen Sisson's und soll von Bird getheilt gewesen sein; an den Enden befanden sich Verniers, welche noch Tausendstel-Zoll abzulesen gestatteten. Der Etalon wurde von Roy und Ramsden mittels dessen Stangenzirkel, der eine mikrometrische Bewegung von $^1/_{5000}$ *Zoll* Genauigkeit hatte, zunächst mit dem Normal-Messingstabe der *Royal Society*, welcher gleichfalls von Graham herrührte und dieselbe Genauigkeit hatte, verglichen und bei 65° F. als ganz gleich mit demselben gefunden. Dann wurden mittels dieses Etalons der oben erwähnte Normal-Holzstab und die drei Messstäbe bei 63° F. etalonnirt. Zu diesem Zwecke wurde ein 20 Fuss langer Stangenzirkel, mit feinen Spitzen und mikrometrischer Bewegung versehen, angefertigt und ebenso stark versteift wie die Messstäbe; auf einer starken Holzplanke von *30 Fuss* Länge, *9 bis 10 Zoll* Breite und *3 Zoll* Dicke

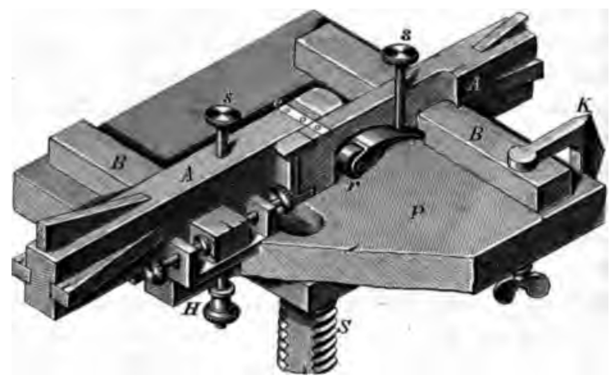


Fig. 7.

spannte man einen feinen Silberdraht und maass längs desselben sechs Mal 40 Zoll mit Hilfe des Messing-Etalons ab. Die Endpunkte der sechs 40 Zoll-Intervalle wurden mittels feiner Punkte markirt. Nach der so erhaltenen Entfernung von *20 Fuss* konnte man dann die Spitzen des Stangenzirkels feststellen und endlich die Holzstäbe etalonniren. — Die hölzernen Dreifüsse, auf denen die Kette und die Stäbe bei der Messung lagen, 17 an der Zahl, waren in der Höhe mittels Schraube *S* (Fig. 8) verstellbar. Die Schrauben *S* bestanden aus Holz, sie waren auf eine sechskantige Spindel derart geschnitten, dass drei Flächen der Spindel Gewinde erhielten, die drei anderen aber eben blieben. Diese drei Flächen dienten zur Führung der Schraube in dem verticalen Ständer des Dreifusses, welcher die Gestalt eines sechsseitigen Rohres erhielt. Die Verticalverstellung geschah durch eine Mutter mit vier Handspeichen. Die Stative standen auf hölzernen Platten, die in die Erde gerammt und mittels Setzwaage horizontirt waren; jeder Dreifuss war mit einem Gewicht von 32 Pfund beschwert. Die Stäbe wurden durch Unterlegen kleiner Holzkeile mittels eines Niveaus horizontal gelegt. An den Zwischenpunkten wurden feste Dreifüsse aufgestellt; da man nämlich trotz des ebenen Terrains, — der Anfangspunkt der Basis lag nur *31,265 Fuss* über dem Endpunkt, — die Messung nicht durchweg in derselben Horizontale ausführen konnte, so beschloss Roy, die Basis in einzelne Abschnitte von je *600 Fuss* zu theilen und wenigstens innerhalb eines jeden Intervalls dieselbe Horizontale inne zu halten, um der Bestimmung der Neigung der Messstangen enthoben zu sein. Zu diesem Behuf und zum Zwecke des Alignements wurde zwischen je zwei Intervallpunkten ein Seil gespannt und unter diesem zunächst von *20* zu *20 Fuss* kleine Holzpfähle eingeschlagen, welche die Lage der Dreifüsse markiren sollten; dann wurden auf den beiden Endpunkten des betreffenden *600 Fuss*-Intervalls feste Dreifüsse, d. h. solche ohne Höhenschraube, aufgestellt, auf dem einen eine Marke angebracht, auf dem anderen ein Handfernrohr mit Fadenkreuz aufgelegt und nun, eventuell durch Heben oder Senken des einen Dreifusses mittels untergelegter Keile, die Oberflächen der beiden Stative in dieselbe Horizontale gebracht. Dann wurden in der Basislinie von *60* zu *60 Fuss* Holzpfähle mit verschiebbaren Höhenmarken eingerammt und letztere in das Fadenkreuz des Fernrohrs gebracht; die Marke bezeichnete dann, bis zu welcher Höhe der transportable Dreifuss an dieser Stelle gehoben werden musste, um in der gewünschten Horizontale zu sein. Das auf diese Weise bewirkte Alignement zeigte sich aber gleich bei der ersten Messung mit der Kette stark fehlerhaft; man wandte daher später zu diesem Zwecke ein fest aufgestelltes Passageninstrument an. — Bei Unterbrechung der Messung geschah die Ablothung in folgender Weise: Ein starker Dreifuss von T-förmiger Oberfläche wurde an passender Stelle mittels seiner eisernen Füsse fest in die Erde eingerammt. Auf der Oberfläche des Dreifusses (Fig. 8), war ein T-förmiges Brettchen aus Mahagoniholz *a* angebracht und dieses trug wieder senkrecht zu seiner längeren Seite einen Messingstab *b*; beide, T-Stück und Messingstab, waren in Schlitzen verschiebbar und konnten an beliebiger Stelle festgeklemmt werden; die Aufstellung des Apparates geschah derart, dass die Bewegung der Schlitten parallel bezw. senkrecht zur Basislinie erfolgte; der Messingstab hatte endlich an seinem vorderen Ende einen Einschnitt, der mittels der Bewegung der Schlitten genau auf den von der Stange herabhängenden Lothfaden *f*, der seinerseits in ein Gefäss mit Wasser tauchte, eingepasst wurde. War der Lothapparat in dieser Weise aufgestellt, so blieb er unter Bewachung stehen und man konnte in der Folge die Messung wieder an demselben Punkte beginnen. Die Ablothung konnte nicht am Stangenende vorgenommen werden, sondern musste an einem durch Markirung bezeichneten Punkte der Stange ausgeführt werden. — Als Endpunkte der Basis dienten hölzerne Cylinder

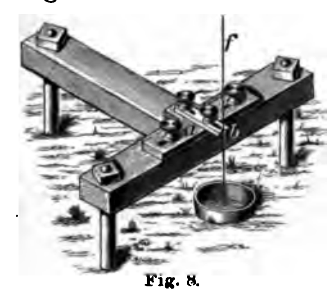


Fig. 8.

die senkrecht in der Erde befestigt und unten in einer geeigneten Vorrichtung festgehalten wurden.

Die erste Messung der Basis geschah mit der Kette in der Zeit vom 16. bis 22. Juni 1784. Der erste Abschnitt von *7800 Fuss* wurde zweimal gemessen; die Differenz betrug *5 Zoll* und wird hauptsächlich dem ungünstigen Terrain zugeschrieben; es war ein Flüsschen zu passiren, wo die Kette wohl nicht so ganz gerade ausgespannt war. Der zweite Abschnitt von gleichfalls *7800 Fuss* wurde ebenfalls zweimal gemessen, mit einer Differenz von nur *1,5 Zoll.* Der dritte etwas längere Theil der Basis wurde nur einmal gemessen. Die ganze mit der Kette gemessene Länge der Basis betrug, nach Berücksichtigung des Verhältnisses der Kette zum Etalon und der beobachteten Temperaturen *27408,22 Fuss.*

Die zweite Messung der Grundlinie ging in der Zeit vom 16. Juli bis 3. August 1784 mit Hilfe der Holzmaassstäbe vor sich; bei dieser Messung haben wir länger zu verweilen. Zunächst wandte man die Methode der Coincidenzmessung an. Die Anfangslinie der ersten Messstange wurde mittels Lothes genau über den unterirdischen Anfangspunkt der Basis gebracht, die Stange mit Hilfe des Passageninstrumentes in das Alignement gerichtet und dann auf dem Dreifuss festgeschraubt. Dann wurde die zweite Stange so gelegt, dass ihr Anfangsstrich mit dem Endstrich der ersten Stange eine Linie bildete, die Stange festgeklemmt, die dritte Stange ebenso gelegt und festgeklemmt und nun wurde erst die Anfangsstange losgelöst und als vierte vor die dritte gelegt. In dieser Weise wurden am ersten Tage *300 Fuss*, also nur 15 Stangen, in fünf Stunden gelegt; dieser Aufwand an Zeit ist hier wohl hauptsächlich dadurch zu erklären, dass die Stangen bezw. die Stative nicht mit Feinbewegungen senkrecht zur Basislinie versehen waren und dass die eine Feinbewegung im Sinne der Basis ermöglichenden Horizontalklemmen *H* (Fig. 7) äusserst schwerfällig functionirten. General Roy wurde dann auch durch die grosse Langsamkeit der Messung von einer weiteren Befolgung der Coincidenzmethode abgeschreckt und beschloss, die Messung mittels Contactbeobachtung fortzusetzen. Dies ging natürlich viel schneller, so dass an demselben Tage noch *1800 Fuss* gemessen wurden. Am zweiten Tage wurden *3000 Fuss* gelegt. Am dritten Tage wiederholte man die Messung der ersten beiden *600 Fuss*-Intervalle oder der ersten 60 Lagen; da die Messung der ersten *300 Fuss* oder 15 Lagen mittels Coincidenzbeobachtung (Länge der Latten *20 Fuss*) erfolgt war, bei der Contactmessung die Stäbe aber eine Länge von *20 Fuss 3 Zoll* hatten, so musste das Ende der 60sten Stange um *45 Zoll* über den Fixpunkt der ersten Messung hinausragen; dies geschah auch, zufällig ohne jede messbare Differenz. Von dem Endpunkte der zweiten Messung ging dann die Contactmessung weiter. Wir wollen den Leser mit der Aufzählung der Resultate der einzelnen Tage nicht ermüden, sondern nur erwähnen, dass die Platten *P* zu knapp beschnitten waren, so dass bei der Contactmessung nur immer eine Stange mit ihrem Querholz *B* auf der Platte aufliegen konnte, das Querholz der anderen befand sich ausserhalb der Platte *P* und es konnte deshalb auch keine Anklemmung stattfinden. Doch soll dies auf die Sicherheit der Lagerung keinen nachtheiligen Einfluss gehabt haben. Ferner möge noch erwähnt werden, dass auf den Alignementspfählen bezw. den festen Stativen jedesmal bestimmt wurde, um wieviel die Messung mit den Holzstäben von der mit der Kette differirte, sowie endlich, dass die Vergleichung der Messstangen mit dem Holznormal täglich mehrere Male stattfand. Letztere Operationen ergaben eine solche Unregelmässigkeit in dem Verhalten der Holzmaassstäbe, die wunderbarer Weise nicht geölt oder gefirnisst worden waren, durch den Einfluss der Feuchtigkeit, dass General Roy die Hoffnung aufgab, auf diesem Wege zu einer genauen Messung der Basis zu kommen. Er beschloss zwar, die Messung mit den Holzstäben zu vollenden, dann aber eine Neumessung mit gänzlich verschiedenen Mitteln

vorzunehmen. Hierzu wählte man auf Vorschlag des Oberstlieutenant Calderwood Glasstäbe: Ramsden war anfangs gegen dieselben, doch da die Versuche günstig ausfielen und es gelang, Glasröhren von *18* bis *27 Fuss* Länge und *1 Zoll* Durchmesser zu erhalten, übernahm Ramsden die Ausführung der neuen Apparate. Diese Erwägungen und Berathungen hatten die Messung einige Tage aufgehalten; sie wurde am 2. August fortgesetzt und am nächsten Tage beendigt. Um die Messung mit der beabsichtigten mittels der Glasstäbe vergleichen zu können, war der Anfang der Stange 801, sowie 1201 im Boden festgelegt worden; senkrecht zur Basis waren zwei Pfähle eingerammt und auf diesen ein Silberdraht senkrecht unter dem betreffenden Anfangspunkt der Stange gespannt worden; die Lage des Silberdrahts auf den Pfählen wurde durch feine Einschnitte markirt, so dass der Punkt später wieder construirt werden konnte; es ist dies dasselbe Verfahren, das Bouguer und La Condamine schon angewandt hatten. — Die directe Messung mittels der Holzmaassstäbe hatte als Länge der Basis *27404,33 Fuss* ergeben. Hieran ist nun zunächst die Temperaturcorrection anzubringen, die aus den täglichen Vergleichungen mit dem Holznormal bestimmt war. Letzteres war während der Vergleichung stets sorgfältig in einem Kasten verschlossen und in einem Zelte aufbewahrt worden, so dass es den Einflüssen der Feuchtigkeit bei weitem weniger ausgesetzt war, als die Messstäbe. Da aber an eine Constanz der Länge des Normals nicht gedacht werden konnte, eine directe Vergleichung desselben mit dem Messingetalon aber nicht möglich war, weil die in das Holz eingelassenen als Endpunkte dienenden Messingstifte sich nicht gehalten hatten, so machte sich Roy eine Beobachtung zu Nutzen, die Ramsden an der grossen früher erwähnten Holzplanke gemacht hatte; er hatte nämlich aus einer Reihe von Beobachtungen bestimmen zu können geglaubt, dass die Länge der Planke (*20 Fuss*) einer mittleren täglichen Schwankung von *0,0040 Zoll* unterliege. General Roy glaubte dies daher auch bei seinem Holznormal annehmen zu dürfen und es darf für die damalige Zeit, wo man die Natur der Ausdehnung der Körper kaum zu ahnen begonnen hatte, nicht sehr befremden, dass er diesen Betrag als Correction an die Vergleichungen mit den Messstäben anbrachte. Die Resultate der Vergleichungen und die hieraus abgeleiteten Resultate sind in folgender Tabelle, in welcher mehrfache Rechenfehler des Originals corrigirt sind, zusammengestellt:

1784	Beobachtungszeit	Temperatur der Luft F°	Differenz Stäbe-Etalon Zoll	Tagesmittel Zoll	Anzahl der gelegten Stangen	Correction der Messstangen Zoll	Correction wegen Ausdehn. des Holz-Etalon Zoll	Gesammt-Correction Zoll
Juli 16.	4^h 0^m Vm	+ 48°	+ 0,020	0,010	105	+ 1,050	+ 0,2625	+ 1,3125
	6 0 Nm	62	+ 0,000					
„ 17.	7 0 Vm	62	+ 0,020	0,010	195	+ 1,950	+ 0,4875	+ 2,4375
	6 0 Nm	62	+ 0,000					
„ 23.	9 0 Vm	61	+ 0,033	0,024	240	+ 5,760	+ 0,6000	+ 6,3600
	6 0 Nm	54	+ 0,015					
„ 24.	7 30 Vm	61	+ 0,039	0,034	270	+ 9,180	+ 0,6750	+ 9,8550
	11 15 Vm	66	+ 0,032					
	5 45 Nm	64	+ 0,030					
August 2.	8 30 Vm	66	+ 0,033	0,017	270	+ 4,590	+ 0,6750	+ 5,2650
	7 0 Nm	67,5	+ 0,000					
„ 3.	7 0 Vm	56	+ 0,017	0,008	290	+ 2,320	+ 0,7250	+ 3,0450
	5 0 Nm	75	+ 0,000					
					Summe:	+ 24,850	+ 3,425	+ 28,275

Die obigen Vergleichungen beziehen sich nur auf diejenigen Tage, an denen gemessen wurde; ausserdem wurden aber noch an anderen Tagen, an denen die Messung durch regnerische Witterung unterbrochen wurde, Vergleichungen angestellt und dabei noch grössere Differenzen, bis zu *0,067 Zoll* bei 63° F. gefunden. Es konnte daher General Roy nicht entgehen, dass die beobachteten Differenzen mehr auf zufälligen Witterungseinflüssen, als regelmässigen den Temperaturschwankungen folgenden Ausdehnungen beruhten; wollte man daher aus den Beobachtungen überhaupt ein Resultat herleiten, so blieb nichts anderes übrig, als das Mittel aus Morgen- und Abend-Vergleichungen für den betreffenden Tag als Correction anzubringen; in Verbindung mit der Correction für die tägliche Schwankung der Länge des Holznormals erhält man die obige Verbesserung von *28,275 Zoll* oder *2,36 Fuss*; bringt man diesen Betrag nebst der Reduction auf das Niveau der Themse im Werthe von — *0,07 Fuss* an die oben mitgetheilte direct gemessene Länge an, so erhält man als Betrag der mit den Holzstäben gemessenen Basislänge *27406,60 Fuss*. (Schluss folgt.)

Beitrag zur Kenntniss der Geschwindigkeitsmessung auf See.

Von

Seeschiffer **A. Schück** in Hamburg.

Die Strecke, welche ein Schiff in einer gegebenen Zeit durchlaufen hat, kann nur in der Nähe von Land und selbst hier nur dann genau angegeben werden, wenn dieses deutlich kennbare, nicht mit einander zu verwechselnde Merkzeichen hat; in diesem Falle ergeben Winkelmessungen den Ort, an welchem sich das Schiff bei Beginn und am Ende eines bestimmten Zeitraumes befindet, folglich auch die Entfernung dieser beiden Orte; dividirt man die Entfernung durch die verflossene Zeit, so erhält man die Geschwindigkeit, vorausgesetzt, dass Triebkraft und Wellenbewegung gleichmässig blieben. Das erhaltene Resultat ist aber nicht als allein durch die Treibkraft des Schiffes erlangt zu betrachten, sondern es ist die Resultante dieser und der Stromwirkung, welch' letztere fast stets vorhanden, aber nur an besonders günstig gelegenen Orten und durch besondere Instrumente bezw. Beobachtungen genau messbar ist. Selbst in der Nähe von Land muss also die eigene Geschwindigkeit des Schiffes durch Näherungsmethoden gefunden werden; sie ist daher nur annähernd, gewissermaassen nur durch Schätzung, der die Angaben gewisser Instrumente zur Grundlage dienen, bestimmbar; bei Dampfschiffen benutzt man hierzu auch die Umdrehungen der Maschine in Verbindung mit dem System und der Einrichtung oder Beschaffenheit des Treibmittels, des Durchmessers und Breite der Schaufelräder, der Steigung und Gangrichtung der Schraube, oder endlich des ausgestossenen Wasserquantums bei Reactionspropellern.

Die anderen Mittel, die Schiffsgeschwindigkeit zu messen — wie man sie auf Dampf- und Segelschiffen anwendet — lassen sich in zwei Klassen trennen: 1. die älteste und wiederum auch neuere Art besteht aus Zählwerken, welche die Umdrehungen einer Schraube, eines Schalenkreuzes u. s. w. angeben; die letzteren werden durch die Vorwärtsbewegung des Schiffes bezw. das durch diese Vorwärtsbewegung an ihnen vorbeiströmende Wasser bewegt; ferner sind hierzu Vorrichtungen am und im Schiffe zu rechnen, welche den durch die Geschwindigkeit des Schiffes auf das Wasser hervorgebrachten Druck (wieder in Längenmaass ausgedrückt) registriren und natürlich nicht bei allen Schiffen anwendbar sind. — 2. die mit den geringsten Kosten verbundene, am leichtesten anzufertigende Art, die einen im Wasser feststehenden Ort herstellen soll,

von dem aus die Zählung der durchfahrenen Strecke beginnt. — Man kann noch eine dritte, durch das sogenannte Reelingslogg dargestellte Art annehmen, dieselbe fällt jedoch dem Princip nach mit der zweiten zusammen. Die einzelnen Werkzeuge und Hilfsmittel hat Herr Prof. E. Gelcich im 4. Jahrgange dieser Zeitschrift besprochen, indessen dürfte es nutzbringend sein, das Thema noch nach einer anderen Richtung zu behandeln. Dies wurde mir durch die Güte des Herrn Director Niebour an der Navigationsschule in Hamburg möglich, der mir seinerzeit die bedeutende Anzahl von ihm für dies Institut beschaffter alter und neuer Lehrbücher der Navigation, bereitwilligst zur Disposition stellte, da ich schon vor mehreren Jahren die Nothwendigkeit wirklicher Erprobung der Loggs darlegen wollte.

Die älteste und neueste Art, mit Zählwerken (Patentloggs) die Schiffsgeschwindigkeit zu messen, leidet an den Uebelständen, dass sie von Anfang an nur für bestimmte Geschwindigkeit d. h. Reibung richtig sein kann, nur bei horizontaler Lage richtige Resultate giebt, dass ferner durch die fortwährenden, vom Seegange oder den Wellen veranlassten Stösse leicht Verbiegungen des einen oder anderen Theiles eintreten, Propellertheile leicht abbrechen, die Propeller sich mit Seegras oder Tang umwickeln, — jedenfalls eine enorme Abnutzung vorhanden ist und an die Angaben des Instrumentes doch noch stets eine Correction angebracht werden muss, deren Argumente sind: Schiffsgeschwindigkeit nach den directen Angaben, Winkel des Seeganges (der Wellenbewegung) mit der Längsaxe des Schiffes, Höhe des Seeganges und Gutdünken des Navigateurs, welche Wirkung er letzteren beiden, die er nicht genau kennt, zuschreiben will. Man sieht, dass diese Correction etwas unsicher ist. — Allerdings veröffentlichen manchmal Schiffsführer Lobeserhebungen für das eine oder andere „Patentlogg“ und geben an, welche Correctionen sie als zweckentsprechend gefunden haben; wie sie die Einwirkung der Strömung und anderer Nebenumstände feststellten, erwähnen sie hierbei aber nicht und können sie nicht sagen, denn es ist undenkbar, auf hoher See dergleichen beobachten zu können.

Bis zum letzten Viertel des 16. Jahrhunderts scheint man die vom Schiffe zurückgelegte Strecke nur dadurch geschätzt zu haben, dass man während eines Tages zu wiederholten Male die Geschwindigkeit, mit welcher der Schaum der Wellen oder des vom Schiffe aufgedrängten Wassers vorbeitrieb, mit der eigenen Gangart verglich. Dazu gehörte zunächst, dass man sich an Land auf bestimmte Gangarten einübte und sich merkte, wieviel Zeit man für eine bekannte Strecke bei der einen oder anderen brauchte. Wer eine Secundenuhr hatte, übte sich im Secundenzählen und zählte ab, in wieviel Secunden der Schaum eine, am Schiffe von vorn nach hinten gemessene und bezeichnete Strecke durchlief. Nicht allein spricht Bouguer in *Traité complet de la Navigation* u. s. w. noch im Jahre 1706 davon, durch Vergleich der Schnelligkeit des eigenen Ganges zu der, mit welcher das Wasser bezw. der Schaum vorbeitreibt, die Geschwindigkeit des Schiffes zu schätzen, sondern Admiral Smyth in seinem *Sailor's Wordbook* sagt, dass zu seiner Zeit, also vor etwa 40 bis 50 Jahren, noch viele Capitäne britischer Kohlenschiffe und Küstenfahrer, die Geschwindigkeit so bestimmten *„and pretty accurate too“*; indess hat dieses *„pretty“* einen recht weiten Spielraum, es muss zu *„very inpretty“* werden bei Nacht und wenn das Schiff starke Bewegungen macht. — Diese Art der Geschwindigkeitsbestimmung kann man, wie oben erwähnt, als mit der zweiten, am meisten gebräuchlichen, identisch ansehen, weil man die Schaumbläschen als auf dem Wasser festliegend annehmen muss; zweifellos zusammenfallend mit der zweiten Art wird diese, wenn man, wie es die alten Lehrbücher ebenfalls empfehlen, einen Span oder ein Stückchen Holz vorn über Bord wirft und nun ebenso wie bei dem Schaum abschreitet oder abzählt, wenn es bestimmte Marken am Schiffe passirt; dies ist das noch jetzt gebräuchliche Reelingslogg, bei dem man der Jetztzeit entsprechend Secundenuhren benutzt. — Charakteristisch ist, dass in

den alten Lehrbüchern diese Methode gewissermaassen dadurch empfohlen wird, dass es heisst: *Ich will dir lehren, die Geschwindigkeit des Schiffes auf eine Art zu bestimmen, dass Niemand es merken* (also ablernen) *kann!*

Das Logg ist also das zweite Mittel, die Schiffsgeschwindigkeit zu bestimmen und zwar durch Herstellung eines festen Punktes; dazu dient ein Sector von Holz, — 1880 hat ein Italiener G. B. Ermacora ein viereckiges Brettchen empfohlen, vgl. E. Gelcich a. a. O. nach *Riv. marit.* 1880. XI. S. 419; indess ist es fraglich ob diese Einrichtung ihre Vorzüge bei jeder Geschwindigkeit oder nur bei und bis zu einer bestimmten hat — der unten mit Blei beschwert ist, so dass er sich im Wasser senkrecht stellt, mit seiner Spitze fast gleich der Wasseroberfläche, und der so lange senkrecht bleibt, bis man ihn zur Bequemlichkeit des Zurückziehens zum Schiffe durch eine einfache Vorrichtung waagerecht legt. Dieser Sector wird an einer Leine befestigt, welche von einem bestimmten, in der Regel durch einen weissen Lappen markirten Punkte an in gleiche Abschnitte getheilt ist; der Theil der Leine, der zwischen diesem Punkt und dem Sector liegt, heisst der Vorlauf; er soll lang genug sein, um den Sector beim Beginn der Zählung ausserhalb des sog. Sogs vom Schiffe, d. h. an eine Stelle zu bringen, an welcher das Rückströmen des Wassers nach dem Ort, aus dem es kurz vorher vom Schiffe verdrängt wurde und die dadurch entstehenden Wirbel, keinen Einfluss auf den Sector haben; früher machte man diesen Vorlauf gleich lang mit dem Schiffe; seitdem die langen Schiffe in Gebrauch gekommen sind, wird er kürzer genommen. Dieser Sector soll gewissermaassen also dem Anfangspunkt der Zählung als Anker dienen. Die Theile, in welche die Leine vom Vorlaufmerk an nach der vom Sector abliegenden Richtung hin getheilt ist, sind einander gleich und jeder steht in einem ähnlichen Verhältniss zur Seemeile, wie eine bestimmte Sanduhr zur Stunde, so dass man annehmen kann, das Schiff wird in der Stunde soviel Seemeilen zurücklegen, als Leinentheile ausliefen, während die Sanduhr ablief. Die Theile sind durch Fäden markirt, in welche Knoten geschürzt sind, deren Zahl angiebt, den wievielten Theil jeder Faden vom Vorlauf an markirt; deshalb heissen diese Abtheilungen Knoten. Die jetzt meistens gebräuchliche Sanduhr braucht 14 Secunden, um abzulaufen. Früher berechnete man die Knotenlänge zu 15 bezw. 30 Sec., während das Glas 14 bezw. 28 Sec. lief, indem man auf die Unachtsamkeit und daraus entstehenden Zeitverlust beim Umkehren des Glases rechnete; man ist aber zur Einsicht gekommen, dass Unachtsamkeit schon deswegen nicht berücksichtigt werden kann, weil sie unberechenbar ist und gebraucht nur aus Sparsamkeit noch jetzt das 14-Secundenglas.

Die Leine wird entweder auf eine Rolle gewickelt oder in Ringen auf das Deck bezw. in ein Gefäss gelegt, muss aber unter allen Umständen ohne Aufenthalt auslaufen. Abgesehen von Beobachtungsfehlern, Feuchtwerden des Sandes, Strecken der Leine, die bei einiger Aufmerksamkeit gering bleiben, ist leicht einzusehen, dass der Sector durch Reibung der Leine u. s. w. doch nicht, wenigstens nicht immer, fest liegt, folglich auch den Anfangspunkt der Zählung nicht fest hält. Schon von der Zeit an, in der dies Logg, welches wegen seiner Einfachheit und Billigkeit noch jetzt auf den meisten Schiffen angewendet wird, in Anwendung kam, sind daher die Meinungen getheilt gewesen, ob und wieviel der Knoten oder jede Abtheilung zwischen zwei Knoten verkürzt werden solle. — Die verschiedene Knotenlänge steht aber in einiger Beziehung zu der jedesmaligen Zeit und ihren Kenntnissen, auch ist die Form des Sectors (des Loggscheits, von Loggschuyt oder Loggschiff) nicht immer gleich gewesen (seit etwa 25 Jahren gebraucht man vielfach einen conischen Beutel von starkem Drillich oder dünnem Segeltuch); deshalb will ich zunächst die verschiedenen Angaben über das Logg mittheilen.

308 Jahre sind verstrichen, seitdem William Bourne im Jahre 1577 in seiner Abhandlung: *A Regiment for the sea*, zuerst das Logg erwähnt. J. Robertson giebt in seinem Lehrbuche der Navigation: *The elements of navigation, 2. ed. London 1764* einen

Ueberblick über die Entstehung und den Fortschritt der Navigation und constatirt, dass erst 30 Jahre später (1607) Purchas in der Beschreibung einer Reise nach Ostindien das Logg wiederum nennt; Robertson sagt, sein Gebrauch werde von dieser Zeit an noch öfter in den Sammlungen des Purchas angeführt und auch andere englische und continentale Schriftsteller nehmen von ihm Notiz; er citirt: Gunter 1623, Snellius 1624, Metius 1631, Oughtred 1633, Herigone 1634, Saltonstall 1636, Norwood 1637, Fournier 1643 und fast alle späteren Schriftsteller der Navigation jedes Landes.

De Schatkamer des grooten Seevaerts-kunst u. s. w. von Cornelis Jansz Lastman, Amsterdam 1632, S. 354 (die erste Auflage erschien vielleicht 1621, wenigstens ist das Privilegium vom 23. März 1621 datirt) enthält folgende Beschreibung des Loggs: „Ein Schiffchen 1½ Fuss lang. eine Handbreit hoch, zwei Fingerbreit weit, um das Einholen zu erleichtern vorn scharf, wird mit einer Vorrichtung, wie man sie noch jetzt anwendet, an eine Leine (raeplyn) befestigt, man lässt an dieser einen Vorlauf von 10 bis 12 Faden und theilt sie dann in Abtheilungen von 10 Fuss rheinländisch Maass. Diesen Abschnitten entsprechend benutzt man eine Sanduhr, die 95 Mal in der Stunde läuft. Eine Deutsche Meile (nach Snellius Bestimmung des Breitengrades zu 28 500 Ruthen rheinl. Maass) ist gleich 22 800 Fuss und da die Sanduhr in 24 Stunden $24 \cdot 95 = 2280$ Mal abläuft, so wird ein Schiff so viele Deutsche Meilen im Tage durchlaufen, als es 10 Fuss in der Zeit durchläuft, die dieser Sanduhr correspondirt (nahe 38 Secunden).

Es scheint aber, als habe die alte, oben genannte Manier, nach der scheinbaren Geschwindigkeit der Schaumbläschen die des Schiffes zu bestimmen, sich noch lange behauptet; 1662 sagt Joost van Breen, in seinem *Stiermans Gemack*, dieses Logg sei zu unbequem und lasse sich Nachts nicht gut anwenden; — Peter v. d. Horst, Lübeck 1673 sagt dasselbe (er scheint das Recht zu beanspruchen, der erste gewesen zu sein, der in „sächsischer“ Sprache etwas von der „Kunst der Seefahrt“ geschrieben — oder nachgedruckt — hat). 1698 empfiehlt Lieuwe Willemsz Graaf, Amsterdam bei Johannes van Keulen, das Reelingslog, d. h. die Geschwindigkeit des Schiffes nach derjenigen zu messen, mit welcher ein Stück Holz vorbeitreibe; er räth aber, zum Zählen eine besonders für diesen Zweck construirte Uhr zu verwenden und zum „Hölzchen“ ein glattes, durch ein Loth beschwertes Brettchen so einzurichten, dass man es wieder an Bord holen kann, — schliesslich schlägt er vor, Brettchen mit Leine und Uhr zu benutzen, um die Geschwindigkeit der Strömung eines Flusses zu bestimmen.

Bouguer, im *Traité complet de la Navigation* u. s. w. 1706, nachdem er wie bereits erwähnt, von der Bestimmung der Schiffsgeschwindigkeit durch Vergleich mit der eigenen Gangart gesprochen, beschreibt das Logg ähnlich wie Lastman; er reducirt aber die in einer halben Minute ausgelaufenen Toisen der Leine auf eine Stunde statt auf 24 und überlässt es dem Beobachter, die Länge des Vorlaufs den Umständen angemessen zu schätzen.

1736 enthält das *Dictionnaire de marine, chez Jean Covens u. Corneille Mortier*, Amsterdam, das Wort *Loc, Loch, Log, Lok*, oder irgend ein ihm ähnliches nicht.

1777 ist im *Vocabulaire des termes de marines anglais et français; Lescallier, Paris,* nicht mehr das Loggschiff, sondern der Loggsector beschrieben.

Die Annahme: das Logg sei seit 1700 allgemein bekannt, wird nicht unrichtig sein; in fortwährendem Gebrauch ist es heutigen Tages noch nicht, da viele Schiffsführer es in der transatlantischen Fahrt nicht mehr benutzen, sobald sie in „tiefem Wasser“ sind, dann also (manche selbst in kleiner Fahrt) glauben, wenn sie nur über Bord sehen und nach Gutdünken annehmen, wie rasch der Schaum vorbeitreibt, können sie am besten beurtheilen, wieviel Seemeilen das Schiff in der Stunde zurücklegt! — Bald nach jener Zeit scheint man aber bereits der Ansicht gewesen zu sein, ein Abschnitt der Loggleine oder Knoten, welcher zu einer Seemeile in genau demselben Verhältniss steht, wie die

Zeit des einmaligen Auslaufens der Sanduhr zur Stunde, gebe die Geschwindigkeit des Schiffes zu gering an.

Bereits 1743 sagt Ariaan Teunisz van Veur in seinem kleinen Handbuch: *„Dubbeld Bestek-Boekje", Amsterdam:* Die Engländer, welche dies (das Logg) vielfach benutzen, schreiben, dass man früher 42 Fuss engl. für ein halbes Minutenglas nahm; doch hiernach gehören $50^5/_6$ Fuss engl. dazu; dies wäre ein Abzug von $17^1/_3$ %. — Nebenbei sei bemerkt, A. Teunisz erwähnt bereits das 15-Secunden-Glas.

William Mountaine (*Epitome of the art of navigation etc. by James Atkinson sen. (1686) revised etc. by W. M. London 1740)* macht einen Abzug von 2 % indem er die Seemeile nur zu 6000 Fuss rechnet; allem Anscheine nach geschieht es aus Bequemlichkeit; die Ursache dieses Abzuges giebt an: J. Barrow in seiner *Navigatio Britannica, London 1750.* „Der grösste Theil unserer Seefahrer glaubt, 60 englische Meilen (à 5000 Fuss) sind gleich einem Grade des grössten Kreises und macht deshalb die Abtheilungen der Loggleine nur 42 Fuss lang, wird aber durch Erfahrung genöthigt, das Halbminutenglas um nahe 4 Secunden zu verkürzen. — Robertson giebt denselben Grund an, bezeichnet aber als Ablaufzeit der Sanduhr oder des Loggglases 24 und 25 Secunden; für 25 Secunden ist die proportionale Länge gleich 42 Fuss engl.

Der Sachverhalt ist also der: als den Seefahrern klar gemacht war, welchen Fehler sie begingen, sparten sie Zeit und Leine, sie verlängerten nicht den Knoten, sondern verkürzten das Glas.

Borda machte auf seiner Reise mit der Fregatte „La Flore" den Knoten statt $47^1/_2$ nur 45 Fuss lang und schloss am Ende der Reise: „Da sich kein constanter Unterschied zwischen der Rechnung nach dem Logg und den astronomischen Beobachtungen ergeben hat, so kann die von uns benutzte Knotenlänge nicht zu kurz gewesen sein. Es existiren physikalische Ursachen, welche dem Logg(-sector) nicht gestatten, unbeweglich an der Oberfläche des Wassers zu bleiben, sondern es auf das Schiff zustossen, doch beanspruchen wir nicht, sie constatiren zu können u. s. w."

Wie getheilt die Ansichten über die Länge des Knotens waren und noch jetzt sind, ist aus der folgenden Liste ersichtlich, in welcher der Unterschied zwischen der, einer bestimmten Zeit proportionalen Knotenlänge und der von einem Schriftsteller empfohlenen oder genannten, in Procenten angegeben ist; übersteigt die bezeichnete Länge die proportionale, so ist sie mit dem positiven, im entgegengesetzten Falle mit dem negativen Vorzeichen angesetzt.

Cornelius Jansz Lastmann 1621, hat ein wirkliches Loggschiff	0
Willem Jansz Blaeuw 1632 nimmt vom Logg keine Notiz	—
Joost van Breen 1662 verwirft das Logg als zu viel Umstände verursachend	—
Peter van der Horst 1673 kennt Loggschiff und Loggsector, wie Joost van Breen . .	—
(Claes Hendriksz Gietermaker 1663) vermehrt durch François v. d. Huips 1690 . . .	0
Lieuwe Willemsz Graaf 1698, nimmt vom Logg keine Notiz, empfiehlt aber ein diesem ähnliches Reelingslogg und räth, es zu Strombestimmungen zu benutzen . .	—
Bouguer 1706 (1. Auflage 1698)	0
(James Atkinson) William Mountaine 1740, giebt die Seemeile gleich 6120 Fuss engl., rechnet sie aber für die Knotenlänge nur zu 6000 Fuss	— 2
Ariaan Teunisz van Veur	0
Er erwähnt aber die bei Engländern gebräuchliche von	$-17^1/_3$
J. Barrow 1750	0
Er erwähnt jedoch, dass statt 44,2 Fuss nur 42 Fuss genommen werden . .	— 5
J. Robertson 1764 wie William Mountaine	— 2
Er erwähnt	0
und für 24 Secunden Knotenlänge gleich 42 Fuss	+ 3
Dulague 1775	0
Borda 1776 statt $47^1/_2$ Fuss nur 42 Fuss	$-5^1/_4$
Lescallier 1777	0

Lampert Hinrich Röhl 1778 schlägt vor	$-2\frac{2}{3}$
M. Romme 1787 citirt Borda	$-5\frac{1}{4}$
Hamilton Moore (14. Ed.) nimmt statt 51 Fuss nur 50 Fuss	-2
Er giebt an: dass für 28 Sec. genommen werden 45 F. (1 Sm. = 6120 F.) . . .	$-5\frac{2}{3}$
" " 28 " " " 42 " . . .	$-11\frac{3}{4}$
" " 25 " " " 42 " . . .	0
" " 24 " " " 42 " . . .	$+3$
(Joseph Dession) 1810 giebt an, dass für 28 Sec. genommen werden 46,8 F. (1 Sm. = 6080 F.)	$-1\frac{1}{4}$
Brarens 1807 giebt für 28 Sec. statt 46 F. nur 42 F. dänisch Maass	$-8\frac{2}{3}$
du Bourguet 1808	0
Handbuch der Schifffahrtskunde, Hamburg 1818, empfiehlt für 30 Sec. den Knoten $53\frac{1}{2}$ Fuss machen, eigentliche Länge 53 F. 10 Zoll	$-\frac{2}{3}$
Es wird erwähnt, dass die Sanduhren zu 28 Sec. eingerichtet werden . .	$+6\frac{2}{3}$
" " " " " " " 29 " " " . .	$+3\frac{1}{3}$
" " " " " Knotenlänge für 30 Sec. nur 53 F. genommen wird	$-1\frac{1}{2}$
" " " " " " " 30 " " 50 " engl. " "	-2
" " " " " " " 30 " " 49 " " " "	-4
Pilaar 1831	0
Edw. Riddle 1836 giebt an, dass statt 50,66 F. nur 50 F. als Knotenlänge genommen wird	$-1\frac{1}{3}$
E. G. af Klint 1842 " " " " 52 " " 47 " " " " "	$-9\frac{2}{3}$
M. F. Maury 1845 " " " " 47,3 " " 48 " " " zu nehmen sei .	$+1\frac{1}{2}$
C. A. Petterson 1853, wie Klint	$-9\frac{2}{3}$
Tuxen 1856 giebt für 28 Sec. statt 45,89 F. nur 42 F.	$-8\frac{1}{2}$
Stephan Middelboe 1854 wie Tuxen	$-8\frac{1}{2}$
C. Rümcker 1857 verkürzt die Knotenlänge wegen Mitschleppen des Sectors und lässt die Sanduhr wegen unvermeidlichen Zeitverlustes statt 30 Sec. nur 28 Sec. laufen	$+1\frac{1}{3}$
Dubois? wie Borda	$-5\frac{1}{4}$
Paugger 1867	0
Bowditch 1868 giebt statt 47,6 Fuss nur 45 F.	$-5\frac{1}{2}$
Rosser 1868, da er die Seemeile statt (nach seiner Angabe) 6080 Fuss nur 6000 F. rechnet,	$-1\frac{1}{3}$
sagt, dass viele Capitäne statt 47,28 F. nur 45 F. nehmen	$-4\frac{3}{4}$
hält 46 Fuss für besser	$-2\frac{2}{3}$
Arthur Breusing 1871 ähnlich wie Rümcker	$+1\frac{1}{2}$
" " 1877 für 14 Sec. 7 m für 15 Sec. 7,5 m	$-2,8$
Norie 1872 erwähnt, dass man für 30 Sec. statt 50,67 F. nur 50 für genügend hält . .	$-1\frac{1}{3}$
auch nur 48 Fuss nimmt	$-5\frac{1}{4}$
giebt zuletzt für 28 Sec. nur 46,67 Fuss	$-1\frac{1}{3}$
Henry Raper 1874 und 1882	0
Albrecht u. Vierow, sowie die Kais. Admiralität wegen Mitschleppen des Sectors . .	-5

Ein grosser Theil dieser Angaben hat vielleicht nur historischen Werth, berücksichtigt man aber die seit 1850 herausgegebenen Lehrbücher und den Umstand, dass trotz Verbesserungen und Aenderungen in späteren Auflagen das einmal Gelehrte Jahrzehnte hindurch angewendet wird, so findet man als Extreme, dass Schwedische Lehrbücher empfehlen, von der Knotenlänge $9\frac{2}{3}$ % abzuziehen, Deutsche zu ihr $1\frac{1}{3}$ % zuzulegen, also einen Unterschied von 11 %; — Deutsche Lehrbücher verkürzen den Knoten um 5 %, andere Deutsche verlängern ihn um $1\frac{1}{3}$ %, Unterschied $6\frac{1}{3}$ %. Bis zum vorigen Jahre suchte man vergeblich, ob Beobachtungen in Bezug auf die beste Knotenlänge angestellt sind; zwar wurde gesagt, für Dampfschiffe wären sie nöthig, aber auch für diese waren sie nicht nachweisbar.

In den meisten der Lehrbücher wird die Knotenlänge auf „Erfahrung“ begründet, auch heisst es manchmal, es sei besser, mit der Rechnung dem Schiffe voraus zu sein als umgekehrt. — In Bezug auf letztere Meinung kann man sich gern der im Hamburger Handbuch 1818 ausgesprochenen Ansicht anschliessen: „Indess ist jeder Fehler nachtheilig und der Steuermann, welcher sich weit vorausrechnet, weiss so wenig, wo er eigentlich ist, als der, welcher sich zurückrechnet.“ — Mit der citirten Erfahrung der

Seeleute verhält es sich genau ebenso, wie mit der anderer Menschen: Anschauung und Gewohnheit beeinflussen sie stark, im günstigsten Falle ist gutes (oder schlechtes) Gedächtniss die Hauptsache. Jedenfalls harmonirt die oben angeführte Thatsache der Unsicherheit über die so wichtige Knotenlänge sehr schlecht mit der, dass die beim Loggen begangenen Fehler stark vergrössert in die Schätzung der durchlaufenen Distanz übergehen, und dass man bei astronomischen Beobachtungen am Bord eines Schiffes so genau verfährt, eine durch Näherungsmethode berechnete Breite nicht als richtig zu betrachten, wenn sie 5 Minuten von der geschätzten abweicht, sondern die Rechnung wiederholt, event. die Beobachtung verwirft. Es stimmt ferner sehr schlecht, dass der Unterschied zwischen dem Schiffsort nach Loggrechnung und dem nach Beobachtung als Strömung angesehen werden muss, wobei indess nicht untersucht ist, ob die Fehler einer gut geführten Loggrechnung sich innerhalb derselben Grenzen bewegen können wie diejenigen der Beobachtungen, endlich ist es sehr befremdend, dass meteorologische Institute übereingekommen sind, ihr Material an Schiffsbeobachtungen gegenseitig zu ergänzen und dabei eine derartige Differenz besteht. Diese Differenz wird allerdings Null, wenn zwei Schiffe, von denen das eine den längsten, das andere den kürzesten Knoten in der Loggleine hat, gerade gegen den Wind kreuzen, — wenn aber die Schiffe 200 Seemeilen in 24 Stunden in gerader Linie zurücklegen, müsste das eine keine Strömung, das andere 22 Seemeilen Strömung in der Cursrichtung oder gegen dieselbe notiren.

Man kann anführen, dass die persönlichen Fehler der ein Logg Benutzenden, solchen Unterschied theilweise verdecken, — sie können ihn aber auch vergrössern und das Hamburger Handbuch von 1818 sagt auch hierin richtig: „weil man Nichts genau macht, ist auch die Schiffsrechnung immer fehlerhaft, wobei dann die Ströme die Schuld haben müssen. Was man wirklich gut machen kann, müssen wir uns schämen, schlecht zu machen; es passiren ohnedies noch Fehler genug, die wir nicht wissen, oder nicht fähig sind zu vermeiden."

Es wäre Sache der Mathematiker, speciell derjenigen, die sich mit Hydrodynamik beschäftigen, theoretisch zu berechnen, welche Dimensionen für die einzelnen Theile des Loggs genommen werden sollen, damit alle Nebeneinflüsse unschädlich sind; dann ist es Sache der Schiffsführer und zwar sowohl von Dampf- als von Segelschiffen, diese Theorien empirisch zu prüfen, und man würde so durch beiderseitiges Entgegenkommen und gegenseitiges Ergänzen eine Knotenlänge finden, die wirklich der Praxis dient.

Die Einflüsse, um die es sich hier handelt, sind wahrscheinlich keine anderen, als 1. die Geschwindigkeit des Schiffes, 2. der sog. Sog, d. h. das Nachströmen des Wassers im Kielwasser (beide übertragen sich auf die Leine und auf den Sector) und 3. die Wellenbewegung. — In Bezug auf letztere sollte man glauben, nur auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Körper würden stärker geworfen als tiefer eingesenkte; hierin findet wenigstens der Gebrauch seine Begründung, wenn ein Schiff recht vor dem Seegange (den Wellen) fährt, zu der geloggten Distanz etwas zuzulegen, wenn dagegen die Wellen von vorn auf dasselbe zukommen, von der geloggten Distanz etwas abzuziehen. Ob das in Bobriks Lehrbuch der Navigation zur Verbesserung der geloggten Distanz wegen der Wellen empfohlene Verfahren noch jetzt als dem Stande unseres Wissens entsprechend zu betrachten ist, kann ich nicht beurtheilen; es ist wahrscheinlich aus einem Lehrbuch der Physik entlehnt; da aber Anemometer in Betracht kommen, wage ich seine praktische Verwendbarkeit zu bezweifeln. — Der Einfluss des Sogs ist wohl durch die Länge des Vorlaufs, der Fehler, den die Geschwindigkeit des Schiffes selbst hervorbringt, durch die Grösse des Sectors bezw. des Beutels und eine möglichst dünne Leine zu beseitigen.

Als Versuchsfeld empfiehlt sich für Europa besonders die Ostsee, weil sie keine Ebbe und Fluth, nur geringe Strömungen hat und ihre Küsten, besonders ihre Buchten und Förden seicht genug sind, um durch Grundlogg oder Strommesser den Einfluss der Strömungen zu controliren. — Zum Grundlogg dient das grösste Loth (Senkblei), an verhältnissmässig dünner Leine; jenes wird auf den Grund gelassen, die Wassertiefe, auf der es geschehen, angemerkt und nun die Leine frei auslaufen gelassen, damit das Loth nicht vom Grunde gehoben wird. Wenn die Leine ganz ausgelaufen ist und straff wird, merkt man den Winkel an, den sie mit dem Schiffscurse macht und erhält durch Construction eines rechtwinkligen Dreiecks die vom Schiffe über den Meeresgrund zurückgelegte Distanz während der Zeit, welche zwischen dem Augenblick, in welchem das Loth auf dem Grunde angekommen ist und demjenigen, wo die Leine straff wird, verflossen ist. Um hieraus die wahre Geschwindigkeit des Schiffes zu finden, ist noch nöthig, während des Auslaufens der Grundloggleine mit dem gewöhnlichen Logg die Fahrt des Schiffes zu bestimmen, nach welcher dann unter Berücksichtigung des Winkels der Grundloggleine mit der gewöhnlichen Loggleine oder der Cursrichtung die Richtung und Geschwindigkeit der Strömung bestimmbar wäre. Die hierbei unvermeidlichen Fehler lassen dieses Verfahren nur als Nothbehelf erscheinen, wenn nicht genügend Strommesser zur Verfügung stehen, um von Meter zu Meter vom Wasserspiegel bis zur Kielsohle des betreffenden Schiffes die Strömung bestimmen zu können.

In welchem Maasse solche Beobachtungen bezw. Versuche bis jetzt angestellt sind, ist unbekannt; Resultate derselben sind bis jetzt nur vom Hydrographischen Amt der Kais. Marine veröffentlicht in *Annalen der Hydrographie* XI. 1883. S. 692 bis 698. Diese Resultate sind gewonnen aus Prüfungen von sog. Patentloggs (durch Schrauben getriebene Zählwerke) nach drei verschiedenen Systemen und nach zwei gewöhnlichen Loggs. Es zeigt sich, dass bei einer Schiffsgeschwindigkeit von weniger als 5 Seemeilen gleich 9,26 km in der Stunde die auf Zählwerken beruhenden (registrirenden) Loggs als nicht brauchbar betrachtet werden müssen; aber auch bei grösserer Geschwindigkeit, d. h. zwischen 14 und 5 Sm. gleich 25,93 und 9,26 km in der Stunde zeigte das beste der drei Systeme noch Abweichungen von der Fahrt nach Reelingslogg zwischen — 10 und + 8 %. — Ein Britischer Schiffsführer hat im *Nautical Magazine* 1883. S. 770 seine Erfahrung mit einem registrirenden Logg anderen Systems mitgetheilt, nach der es bei Vorsichtsmaassregeln, wie sie selten gebraucht werden mögen, Fehler, die zwischen 4 und $5\frac{1}{2}$ % liegen, aufweist; mir ist jedoch unerklärlich, wie jener Herr die wahre vom Schiff durchs Wasser zurückgelegte Distanz bestimmen konnte. — Bei Prüfung des gewöhnlichen Loggs (Knotenlänge 6,84 m zum 14-Secundenglase) gebrauchte man Sectoren (Loggschiffchen) von 24 und 16 cm Radius, Loggleinen von 2 und 2,5 cm Umfang. Es zeigte sich, dass bei Fahrten bis zu 10 Knoten hinauf die Stärke der Leine und Grösse des Loggschiffchens keinen beachtenswerthen Einfluss ausübt; bei grösseren Schiffsgeschwindigkeiten scheint das Logg mit schwächerer Leine und kleinerem Loggschiffchen etwas abweichende Resultate zu geben. Als grösste Abweichungen beim Loggen mit dem gewöhnlichen Logg fand man bei Fahrten bis zu 9 Sm.: 0,4 Sm (bis 4,4 %), von 10 bis 13 Sm.: 0,9 Sm. (8 %), von 14 bis 15,7 Sm.: 1,7 Sm. (12 %). — Hiernach halte ich meine persönliche Ansicht, dass das gewöhnliche Logg den Patentloggs vorzuziehen sei, noch nicht widerlegt.

Der Loggbeutel mit noch dünnerer als oben erwähnten Leine ist nicht versucht worden; ich habe ihn als Steuermann und Schiffer stets benutzt, auch zur Erhaltung der Leine sehr zweckmässig gefunden, d. h. wenn die Leine bei dem kleinen hohlen Holzkegel mit einem Wirbel versehen war; durch die dünne Einfassleine dreht der conische Beutel sich wie eine Schraube. Ich habe nie eine Loggleine abgemessen, ehe sie nicht,

wenn unter Segel, einige Zeit je nach der Fahrt des Schiffes 1/4 bis 1/2 oder 3/4 Stunden mit einem Drehknüppel am Ende nachgeschleppt und nass war; nachgemessen wurde sie wöchentlich ein, selten zweimal, das Glas bei feuchtem Wetter täglich ein- bis zweimal, um zu trocknen, „ins Kochhaus“ geschickt.

Das Versuchsschiff der Kais. Marine war der Aviso „Blitz“ und für Geschwindigkeiten unter 3 Sm. das Werftwasserfahrzeug der Kais. Marinestation Kiel; der Vorlauf war 60 m, also ungefähr die Länge des Schiffes.

Von den registrirenden Loggs waren die Deckloggs, d. h. diejenigen, bei denen nur der Motor hinter dem Schiffe her gezogen wird, der Zählapparat aber auf dem Heck des Schiffes angebracht ist, denjenigen Loggs vorzuziehen, bei denen Motor und Zählwerk hinterdrein geschleppt werden. Bei Construction registrirender Deckloggs erscheint von Wichtigkeit: eine Aufhängung, bei der das Gewicht des Zählwerks möglichst balancirt wird; Leichtigkeit des Offenlegens der beweglichen Theile, um Frictionskugeln bezw. Scheiben und Platten, sowie das Zählwerk leicht reinigen zu können; die Theile des Zählwerks, welche beim Gebrauch besonderer Reibung ausgesetzt sind, müssen aus härterem Material als bisher (etwa aus Glockenmetall) hergestellt werden; die bei den jetzt gebräuchlichen Loggs vorhandenen Schmierlöcher genügen nicht. Beim Gebrauch müssen die Mechanismen metallrein und gut geölt sein; ist ein Loggzählwerk eine Zeit lang in Gebrauch gewesen, so bildet sich eine klebrige, von Metalloxyd und durch mechanische Abnutzung gefärbte Schmiermasse, welche den Gang unbedingt sehr beeinflusst. Es würde sich auch hier empfehlen, bei den aufeinander beweglichen Theilen zur Verminderung der Reibung verschieden harte Materialien, Stahl und Glockenmetall bezw. Stahl und Pockholz zu verwenden.

Die Versuche mit einem besonders hierzu ausgerüsteten Schiff müssen durch Kohlenverbrauch u. s. w. ziemlich kostspielig sein, doch sollen nach Angabe der erwähnten Abhandlung in den Annalen der Hydrographie die Prüfungen auch noch auf andere Loggsysteme ausgedehnt werden. Da aber daselbst auch gesagt ist, dass das Reelingslogg bei Benutzung von Tertienzähler und besonderer Visireinrichtung am Anfang und Ende der abgemessenen Distanz (118 Meridiantertien gleich 60,76 m) selbst bei einer Geschwindigkeit von 14 Sm. in der Stunde nur 1 % Fehler ergab, so ist auch für Dampfschiffe mittlerer Grösse die Möglichkeit geboten, auf See die geeignete Knotenlänge für das gewöhnliche Logg zu bestimmen.

Man muss bedauern, dass Herr F. H. Reitz in Hamburg, rühmlichst bekannt durch seine Fluthmesser u. A., seinen Seeweg-Integrator und Logg (Deutsches Reichspatent No. 6576 und 9433) damals noch nicht construirt oder die Kais. Marine davon keine Kenntniss hatte. Das Logg beruht auf der Registrirung des Druckes, den die Schiffsgeschwindigkeit auf einen hinter dem Schiff schwimmenden Körper ausübt; durch diesen Druck wird eine Scheibe bezw. Welle gedreht, aber in Folge Verbindung der Welle mit einer Feder oder einem Gewicht und einer, der Spannung der Feder oder dem Gewicht das Gleichgewicht haltenden (von Herrn Dr. Schubert hierselbst berechneten) Scheibe in Spiralform, ist diese Drehung nicht continuirlich, sondern dauert nur so lange, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Jede Umdrehung der Welle entspricht einer Zugkraft, die einer Geschwindigkeit von 5 Knoten oder 5 Seemeilen in der Stunde gleich ist. Durch Anbringung eines Kammrades auf der Welle und einer gezahnten in dieses Rad einfassenden Stange mit Indicatorstift lässt sich die Knotenzahl oder augenblickliche Geschwindigkeit leicht an einer Zähltafel ablesen. Die Genauigkeit dieses Loggs würde von der Fähigkeit der Feder abhängen, bei den unvermeidlichen Temperaturänderungen, Erschütterungen des Schiffes durch Seegang, Dampfmaschine und Propeller, die gleiche Spannkraft zu bewahren. — Wird bei diesem Apparat eine Uhr

förmig aus. Durch die Excentricität des Zeigers wird dieser Umstand vermieden. Zwar bildet die ungleichtheilige Scale keinen Nachtheil solcher Instrumente, die Verbesserung ist jedoch immerhin als eine praktische zu bezeichnen, da dadurch die Anfertigung der Unterabtheilungen und eventuell die Schätzung von Bruchtheilen leichter ausfällt.

Hervorheben möchte ich noch die schon früher erwähnte Thatsache der ungemein einfachen Construction, die leicht auf jedem Schiffe ohne Weiteres bewerkstelligt werden kann. Das Exemplar, welches ich zu sehen Gelegenheit hatte, war in der That auch am Schiff construirt worden.

Zur Gebrauchsanweisung hat mir Herr Kutschera auf Grund einer einjährigen Erfahrung Folgendes mitgetheilt:

a) der Apparat erfordert weniger eine sorgfältige Behandlung als zeitweilige Oelung.

b) Die Federwaage ist von Zeit zu Zeit zu prüfen, indem man dieselbe aus dem Gehäuse herausnimmt und sich durch Anhängen von Gewichten von ihrer Unveränderlichkeit überzeugt. Zeigt sich eine Abnahme ihrer Spannkraft, so ist die Feder mehr zu spannen.

c) Die Leine ist immer mit dem gleichen Ausstich einer ganzen Schiffslänge zu verwenden.

2. Neuerung am Peichl'schen Compass. Die Herren Gebrüder Müller, Mechaniker in Triest, machen mich soeben mit einer Neuerung am Peichl'schen Compass bekannt. Einige Capitaine sollen nämlich die Klage vorgebracht haben, dass die Rosen der Peichl'schen Compasse zu klein ausfallen, so dass man mit denselben kaum schärfere Ablesungen bewerkstelligen kann. Herr Peichl hat dementsprechend den Entschluss gefasst, die Rosen zu vergrössern und um damit nicht gleichzeitig das Gewicht zu vermehren, giebt er ihnen die Ringform, ähnlich wie bei den Thomson-Rosen. Dadurch wurde es aber nicht mehr möglich, bei Gleichbehaltung der früheren Dimensionen die Eisenstäbe des Quadrantalapparates in der gleichen Ebene mit den Compassnadeln zu erhalten. Deswegen wird jetzt der ganze Quadrantalapparat tiefer oder beziehungsweise die Rose höher gestellt. Die Stäbe der beiden Quadrantalscheiben sind nach dieser Anordnung nicht mehr gleich stark, sondern auf der unteren Scheibe stärker, auf der oberen schwächer gehalten.

Der so umgeänderte Compass wurde in der Praxis noch nicht, wohl aber auf der Drehscheibe versucht und soll ebenso gut wie die älteren Typen functioniren. Das erste fertige Exemplar ist nach Budapest zur dortigen Industrie-Ausstellung gesendet worden.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Apparat zur Prüfung von Federmanometern.

Von J. W. Giltay in Delft.

Wenn das Federmanometer bei wissenschaftlichen Untersuchungen auch nur selten Anwendung findet, so wird doch gerade in den Fällen, wo man eines solchen bedarf, immer der Anspruch erhoben werden müssen, dass die freilich nicht bis auf kleine Bruchtheile einer Atmosphäre genau ablesbaren Angaben desselben, doch innerhalb der Ablesungsgenauigkeit vollkommen zuverlässig und verbürgbar seien. Zu diesem Zwecke ist eine häufige und sorgfältige Vergleichung desselben mit einem Quecksilbermanometer unbedingt erforderlich. Da eine solche indess nicht so bequem und einfach auszuführen ist, als es auf den ersten Blick den Anschein hat, so dürfte eine kurze Mittheilung über

einen für diesen Zweck vor einigen Jahren von mir construirten und in einem Niederländischen Journal[1]) ausführlich beschriebenen Apparat auch für manche Leser dieser Zeitschrift, die sich mit der Anfertigung solcher Instrumente beschäftigen, von einigem Werthe sein.

Zur Neueintheilung bezw. Vergleichung bedient man sich entweder des offenen oder des geschlossenen Hebermanometers und zwar im ersteren Falle aus naheliegenden Gründen fast ausschliesslich eines solchen mit sehr ungleich weiten Schenkeln. Verhalten sich beispielsweise die Querschnitte beider Schenkel zu einander wie 1 zu 75, so wird bei Zunahme des Druckes um je eine Atmosphäre das Quecksilber im engeren Schenkel um 75 cm steigen, im weiteren um 1 cm fallen. Da es nun äusserst beschwerlich wäre, den Quecksilberstand im engeren Schenkel, der sich bei z. B. 10 Atmosphären um 7,5 m ändert, abzulesen, so beschränkt man die Beobachtung auf das Fallen im engeren Schenkel, das dann nur 10 cm beträgt, muss dabei aber den Uebelstand in den Kauf nehmen, dass alle Ablesungsungenauigkeiten, sowie die aus Caliberfehlern in beiden Schenkeln entspringenden Unrichtigkeiten beträchtlich vergrössert auf das zu vergleichende Instrument übertragen werden. Bei Anwendung eines geschlossenen Quecksilbermanometers, wobei man leichter ein gleichschenkliges benutzen kann, wird dieser Fehler zwar bei niederen Drucken gering ausfallen, dafür aber mit wachsendem Druck in geometrischer Progression zunehmen, aus welchem Grunde meines Dafürhaltens die offenen Manometer doch, wenigstens in den meisten Fällen, den Vorzug behalten dürften.

Die von mir getroffene Einrichtung bezweckt einerseits den beregten Fehler gänzlich zu beseitigen und ausserdem den Uebelstand, dass der Beobachter seine Aufmerksamkeit zwischen dem Quecksilbermanometer und dem zu prüfenden Federmanometer theilen muss, zu heben, bezw. die Neueintheilung der letzteren ganz automatisch zu bewirken.

In einem starken Windkessel wird durch Einpumpen von Wasser die über letzterem stehende Luft bis zum Abblasen des Sicherheitsventiles, das bei etwa 30 bis 40 Atm. erfolgt, comprimirt. Vom Boden des Windkessels führt ein durch einen Hahn mit enger Bohrung verschliessbares horizontal liegendes Rohr zu dem weiten Schenkel eines ganz aus Eisen hergestellten Quecksilbermanometers. Das horizontale Rohr besitzt zwei nach oben gerichtete Stutzen, auf welchen das einzutheilende und ein schon mit nahe richtiger Theilung versehenes Federmanometer, dessen Zweck später erklärt werden wird, aufgesetzt werden. Zwischen beiden Stutzen befindet sich ein mit Hahn verschlossenes Ablaufrohr.

In das eiserne Steigrohr sind in Abständen, die je einer Atmosphäre entsprechen, seitlich kleine Löcher gebohrt und in diese durch Hartgummipfropfen von der Wand des Rohres isolirt feine Platindrähte eingeführt, welche sämmtlich mit dem einen Pole eines Leclanché-Elementes verbunden sind, während das Steigrohr selbst mit dem anderen Pole in leitender Verbindung steht. In dem Stromkreis ist ausserdem an passender Stelle ein Läutewerk eingeschaltet. In dem Augenblick, wo das nach geringer Oeffnung des Zulasshahnes unter dem Drucke des zuströmenden Wassers in dem Steigrohr sehr langsam ansteigende Quecksilber den ersten Platinstift berührt, und also der Zeiger des Manometers genau 1 Atm. angeben soll, wird der Strom geschlossen, das Läutewerk schlägt an, und giebt damit dem Beobachter ein scharfes Signal, das Manometer abzulesen, bezw. auf dem neu zu theilenden durch eine Marke den Stand des Zeigers zu bezeichnen. Nachdem dies geschehen ist, muss die Verbindung des ersten Platinstiftes mit dem Element unterbrochen werden, weil sonst die Glocke weiter läuten und die Berührungen des inzwischen langsam weiter steigenden Quecksilbers mit dem folgenden Platinstifte

---

[1]) Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. 1883.

nicht mehr markiren würde. Ebenso muss, nachdem die Glocke bei Erreichung des zweiten Contactes durch das ansteigende Quecksilber das Signal gegeben hat, die Verbindung des zweiten Stiftes mit dem Elemente unterbrochen werden u. s. f. Das zweite, schon nahe richtig getheilte Manometer dient dann dazu, den Zeitpunkt, wann das Glockensignal zu erwarten ist, dem Beobachter schon vorläufig anzuzeigen, so dass der letztere nicht nothwendig während der Dauer des Ansteigens der Quecksilbersäule um je eine Atm. mit gespannter Aufmerksamkeit auf das Signal zu warten braucht, was eine schnelle Ermüdung zur Folge haben würde. Das Ausschalten der bereits überschrittenen Verbindungspunkte kann entweder von Hand des Beobachters geschehen oder auch automatisch unter Zuhilfenahme eines zweiten Elementes bewirkt werden. Letztere Einrichtung ist zwar etwas complicirt und daher kostspielig, bietet aber den Vortheil, dass der Beobachter seine Aufmerksamkeit nicht zwischen dem Manometer und der Ausschaltevorrichtung zu theilen braucht und in Folge dessen durch den Wechsel der Operationen leicht entstehende Irrthümer und Unsicherheiten vermieden werden.

Die automatische Ausschaltevorrichtung ist in nebenstehender Fig. 1 schematisch dargestellt. A B ist das Steigrohr, die Zahlen 1, 2, 3 u. s. w. bezeichnen die einzelnen Contactstellen. Die Kupferpole der beiden Elemente E und E' sind unter einander und mit dem Steigrohr leitend verbunden, die Zinkpole, beziehungsweise mit den beiden Glocken L und L' und den von einander isolirten Metallschienen S und S'. Von den Contactpunkten mit ungrader Zahl 1, 3, 5 u. s. w. gehen Leitungsdrähte zur Schiene S, von den geradzahligen 2, 4 u. s. w. nach S'. Jeder dieser Leitungsdrähte enthält einen einfachen Contactschluss, (bestehend aus einem um eine horizontale Axe drehbaren Hebel a_1, a_2, der auf der Contactschraube s_1, s_2 aufliegt und beim Abheben von der Schraube die Leitung unterbricht) und ferner mit Ausschluss des ersten einen Elektromagneten e_1, e_2, dessen Anker an dem Schlusshebel des jedesmaligen vorhergehenden Verbindungsdrahtes befestigt ist. Erreicht das Quecksilber in A B den Punkt 1, so wird dadurch nur das Element E geschlossen; die Glocke L beginnt zu läuten und hört damit nicht früher auf, als bis die Verbindung zwischen 1 und S unterbrochen wird. Sobald das Quecksilber bis zum Punkte 2 gekommen ist, wird durch die Verbindung 2—S' auch das andere Element E' geschlossen, wodurch die Glocke L' zu läuten anfängt, gleichzeitig aber durch den Elektromagneten e_1 der Anker a_1 an und von der Contactschraube s_1 abgezogen. Damit kommt Element E ausser Thätigkeit und die Glocke L zur Ruhe. In gleicher Weise wird wieder bei Berührung des Punktes 3 das Element E' mit Glocke L' aus und dafür E mit Glocke L eingeschaltet u. s. f. Bringt man die beiden Glocken rechts und links vom Beobachter an oder giebt denselben verschiedene Tonhöhe, so ist der das Signal zum Ablesen oder Markiren gebende Moment des Abwechselns derselben mit grosser Schärfe aufzufassen; vortheilhafter allerdings bleibt es, solche Läutewerke anzuwenden, die jedesmal nur einen Schlag geben, wobei gleichzeitig das lästige fortdauernde Klingeln vermieden wird.

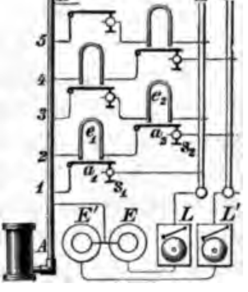


Fig. 1.

Bei Unterbrechung der Verbindung 2 — S' durch Schliessung von 3 — S würde der Elektromagnet e_1 den Anker a_1 fallen lassen und somit auch die Verbindung 1 — S wiederhergestellt werden. Dies würde den Nachtheil haben, dass der Strom sich theilen und in Folge dessen der Magnet e_2 seinen Anker a_2 auch wieder fallen lassen würde. Die wiederhergestellte Verbindung 2—S' würde nun zwar sofort wieder Unterbrechung von 1—S bewirken, diese wieder Unterbrechung von 2—S' u. s. w., wobei beide Glocken fortwährend abwechselnd anschlagen würden, woran auch bei der später eintretenden Schliessung von 4—S' nichts geändert werden würde. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, werden die Anker a_1, a_2 aus Stahl gemacht und verbleiben somit vermöge

des remanenten Magnetismus an dem zugehörigen Elektromagneten hängen, auch wenn der Strom unterbrochen wird.

Vor Beginn der Prüfung eines Instrumentes müssen daher erst die sämmtlichen Anker von den Magneten getrennt und die regelmässigen Verbindungen hergestellt werden. Dies kann wieder von Hand successiv oder auch automatisch mit einem Male durch Elektromagnete geschehen, welche den in der Figur gezeichneten unterhalb der Anker gegenübergestellt werden und durch welche man mittels eines einfachen Commutators auf einen Augenblick den Strom beider Elemente gleichzeitig hindurchsenden kann. Ist die Prüfung beendet, so wird der Windkessel durch den ersten Hahn von dem Zuleitungsrohr abgesperrt und das in das Quecksilbermanometer eingetretene Wasser durch den Ablasshahn ausfliessen gelassen. Da der Windkessel bis zu einem Druck von 30 bis 40 Atm. gefüllt ist, so reicht eine einmalige Füllung desselben zur Prüfung mehrerer Manometer aus.

Um die Eintheilung eines neuen Manometers ganz automatisch zu bewirken, wird der Zeiger desselben provisorisch durch einen anderen ersetzt, dessen Einrichtung Fig. 2 darstellt. Der Arm $g\,g$ wird mit der Hülse h fest auf die Zeigerwelle c gesteckt und trägt mittels eines Ansatzes den eigentlichen bei l um zwei Spitzschrauben drehbaren Markirhebel $d\,d$. An dem nach Aussen gerichteten Ende des letzteren ist ein Bleistift b eingesteckt, welcher durch die Feder f beständig von der Theilscheibe $t\,t$ des Manometers entfernt gehalten wird. Am anderen Ende trägt der Markirhebel in Form einer eisernen kreisförmigen Scheibe o, deren Centrum in der Axe der Zeigerwelle liegt, den Anker eines Elektromagneten Q (in der Figur nicht mitgezeichnet), welcher in den für gewöhnlich unterbrochenen Stromkreis eines dritten Elementes H eingeschaltet ist. Derselbe Stromkreis enthält auch die in Fig. 3 gezeichnete Contacteinrichtung. Diese tritt an Stelle der beiden Glocken L und L' in Fig. 1 in der Weise, dass der Elektromagnet M statt der Glocke L in den Stromkreis des Elementes E, M' statt L' in den von E' eingeschaltet wird, und hat den Zweck, durch den vor der Scheibe o aufgestellten Elektromagneten Q jedesmal einen Strom von äusserst geringer Dauer zu senden, wenn das Quecksilber im Steigrohr des Manometers einen neuen Contact schliesst, also die Markirvorrichtung in Fig. 2 sich um einen, einer Atmosphäre entsprechenden, Winkel gedreht hat.

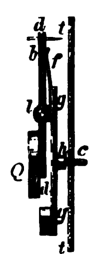


Fig. 2.

Die Wirkungsweise der Contacteinrichtung ist folgende: Zwischen den beiden Elektromagneten $M\,M'$ (Fig. 3) ist der gemeinschaftliche Anker C um C' drehbar aufgehängt. Liegt derselbe dann beispielsweise am Magnet M an, so stützt sich gegen denselben mit einem winkelförmigen Ansatz k der Contacthebel m, welcher ebenso wie der entsprechende zweite Hebel m' durch die gemeinschaftliche Lagerplatte mit dem einen Pol des Hilfselementes H verbunden ist, während der andere Pol mit dem unter sich durch einen Draht verbundenen Quecksilbernäpfchen $q\,q'$ in Verbindung steht. Die Contactschraube n ist jedoch so regulirt, dass sie in der gezeichneten Stellung des Hebels m noch nicht das Quecksilber in q berührt und daher der Strom nicht geschlossen ist. In dem Momente jedoch, wo der Anker von M ab und nach M' springt, ertheilt er dem Ansatz k' des zweiten Hebels m' einen Stoss, so dass letzterer soweit zurückschlägt, dass die Schraube n' in das Quecksilber der Näpfchens q' eintaucht und den Strom schliesst. Der Schluss dauert aber nur einen Augenblick, weil m' durch das Gegengewichtchen r' sogleich wieder soweit zurückbewegt wird, dass sich k' gegen den Anker C lehnt, also m' dieselbe Stellung annimmt, in welcher m gezeichnet ist. Die Stiftchen $x\,x'$ dienen

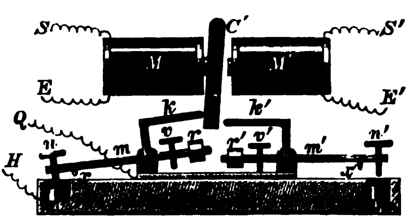


Fig. 3.

dazu, ein zu weites Ueberschlagen der Hebel *m m'* zu verhindern, die Stellschrauben *v v'* dagegen, die Ruhestellung der letzteren passend zu reguliren.

Will man die Anwendung des elektrischen Stromes vermeiden, so giebt die in Fig. 4 skizzirte Anordnung ein einfaches Mittel, um ohne Ablesung des Quecksilberstandes an der Bewegung des Manometerzeigers selbst zu erkennen, wann der Druck genau um je eine Atmosphäre zugenommen hat. Das Steigrohr des Manometers ist in Abständen, die jedesmal einer Atmosphäre entsprechen, knieförmig gebogen. Beträgt der Druck eine Atmosphäre, so ist das Quecksilber am Knie 1 angelangt. Während sich dasselbe jetzt in dem horizontalen Schenkel nach 1' bewegt, tritt keine Druckzunahme ein, der Zeiger des Manometers bleibt also für kurze Zeit still stehen. Sobald das Quecksilber das Knie 1' erreicht hat und von 1' nach 2 ansteigt, geht der Zeiger auch weiter, um wieder einige Augenblicke in Ruhe zu bleiben, während sich das zweite horizontale Stück mit Quecksilber anfüllt u. s. w. Auf diese Weise wird also ein discontinuirliches Fortschreiten des Zeigers erreicht, welches für die Beobachtung viel Bequemlichkeit bietet. Es liegt indess auf der Hand, dass einmal die Genauigkeit geringer sein wird als vorher, da der Zeitpunkt des Stillstandes nicht mit grosser Sicherheit beurtheilt werden kann, andrerseits auch die Methode nur anwendbar ist, wenn man sicher sein kann, dass nicht zufällige Hemmnisse im Mechanismus des zu prüfenden Instrumentes ein zeitweiliges kurzes Stehenbleiben des Zeigers verursachen können. Allerdings kann dafür auch wieder der Durchmesser des Steigrohres sehr klein gemacht und dadurch an Quecksilber gespart werden, während bei der erstbeschriebenen Einrichtung der Durchmesser nicht unterhalb einer gewissen Grenze gewählt werden darf, wenn nicht mitunter Quecksilbertröpfchen zwischen den eingesetzten Platinstiften und der Wand des Rohres hängen bleiben sollen, welche zu unrichtigen Contactschlüssen Veranlassung bieten würden.

Fig. 4.

Zum Schlusse möchte ich noch einige Bemerkungen betreffs der vielfach zur gegenseitigen Controle angewandten Doppelmanometer, welche zwei gesonderte Manometer in einer gemeinschaftlichen Büchse enthalten, hinzufügen. Dieselben sind meistens so eingerichtet, dass beide Manometer von identischer Construction sind und auch immer gleichzeitig demselben Drucke ausgesetzt werden. Hierbei scheint es nicht ausgeschlossen zu sein, dass eine allmälig eintretende, die Richtigkeit der Angaben beeinträchtigende Aenderung der Form ihrer Federn bei beiden Manometern in nahe gleicher Grösse auftreten kann, wodurch der Zweck der gegenseitigen Controle vereitelt werden würde. Es empfiehlt sich daher, die beiden Manometer von verschiedener Einrichtung zu wählen, z. B. das eine nach Bourdon, das andere nach Schäffer und nebenbei auch eine Vorrichtung zu treffen, dass nur entweder das eine oder das andere dauernd unter Druck steht, das zweite dagegen nur zeitweilig in Anspruch genommen wird.

Referate.

Ueber die Beseitigung der Salpetersäure-Dämpfe im Bunsen-Element und über ein neues Element, welches durch die Luft depolarisirt wird.

Von A. d'Arsonval. *Compt. Rend.* ***100.*** *S. 1165.*

In dieser Notiz wird zunächst darauf hingewiesen, dass das von Dupré angegebene Mittel zur Unterdrückung der Dämpfe im Bunsen-Element, über das in dieser Zeitschrift 1885 S. 292 berichtet ist, bereits 1869 vom Ruhmkorff angegeben ist, sich aber auf

die Dauer nicht bewährt habe; es wird gezeigt, dass bei längerem Gebrauche des Elements das doppeltchromsaure Kalium nothwendig unwirksam wird. Verfasser hat sich schon seit langer Zeit mit der Verbesserung der Bunsen-Elemente beschäftigt und hat auch mehrere Mittel zur Beseitigung der Dämpfe als wirksam befunden, unter Anderem die Beimischung von Urin oder Harnsäure zur Salpetersäure. Er sieht aber gar nicht in dem Auftreten der Dämpfe den Hauptübelstand jener Elemente, vielmehr in der Kostspieligkeit des depolarisirenden Mittels und dem verschwenderischen Gebrauch desselben. Bei seinen Untersuchungen in dieser Richtung hat sich Verfasser die Aufgabe gestellt, die Luft als Depolarisationsmittel zu verwenden und gelangt vorläufig zu folgender Lösung. Er ersetzt in einem flachen Bunsen-Element die Salpetersäure durch eine Lösung von Kupferbichlorür in Salzsäure. Bei offenem Kreise beträgt die elektromotorische Kraft dieses Elementes etwa 1,5 Volt, bei geschlossenem Kreise erhält man einen Strom von 8 bis 12 Ampère. Das Kupfer schlägt sich beim Stromdurchgang auf der Kohlenelektrode nieder, wird aber sofort von der Salzsäure, wenn Luft zugegen ist, wieder aufgelöst; durch Vergrösserung der Kohlenelektrode oder durch Einblasen von Luft kann diese Wirkung beschleunigt werden. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen; die definitive Anordnung des neuen Elementes wird noch in Aussicht gestellt. *L.*

Logarithmisch-Tachymetrische Tafeln für den Gebrauch der logarithmischen Tachymeter nach Patent Tichy & Starke.

Nebst Beschreibung und Theorie des Instrumentes. Von G. Starke. *Wien 1885. L. W. Seidel & Sohn.*

Die Methode der optischen Distanz- und Höhenmessung, die sogenannte Tachymetrie, bricht sich mehr und mehr Bahn. Die Absicht, dem tachymetrischen Verfahren auch auf Gebieten Eingang zu verschaffen, wo es jetzt noch wenig angewendet wird, hat den Forstmeister A. Tichy dazu geführt, die logarithmische Methode in die Tachymetrie einzuführen. Die Grundzüge seiner Methode hat Tichy bereits 1878 in der *Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architecten-Vereins 3. No. 46* veröffentlicht und später modificirt. Eine ausführliche Darstellung und theoretische Begründung der Methode liess im Jahre 1883 Prof. A. Schell erscheinen, welcher hierbei die damals eben im Manuscripte fertig gewordenen, hier vorliegenden logarithmisch-tachymetrischen Tafeln des Verfassers benutzte. Die Auseinandersetzungen von Schell bezogen sich aber auf ein Instrument, welches nicht direct für den vorliegenden Zweck construirt war, und passen daher nicht genau für die Tachymeter, wie sie jetzt von Starke & Kammerer gebaut werden. Verf. musste daher, als er sich zur Herausgabe seiner logarithmisch-tachymetrischen Tafeln entschloss, es für nothwendig halten, den Tafeln als Einleitung eine Beschreibung der instrumentellen Hilfsmittel in Verbindung mit einer kurzen Darstellung der Methode selbst voranzuschicken.

Die logarithmische Methode der Tachymetrie besteht darin, dass ein als Distanzmesser eingerichteter, mit festem und beweglichem Horizontalfaden versehener Theodolit derart auf eine logarithmisch getheilte Latte eingestellt wird, dass der feste Faden auf den Nullpunkt der Theilung einsteht; man erhält dann die Charakteristik und die beiden ersten Decimalen des Logarithmus der Entfernung bezw. des Höhenunterschiedes durch directe Ablesung an der Latte; die dritte und vierte Stelle des Logarithmus erhält man durch directe Ablesung bezw. Schätzung am Mikrometer; zu dem so ermittelten Logarithmus tritt dann noch eine von der Zenithdistanz abhängige Correction für Entfernung sowohl wie für den Höhenunterschied. Vorausgesetzt ist hierbei, dass die Visuren über den festen Faden nach dem Nullpunkt der logarithmischen Latte und über den beweglichen Faden nach dem gleichzeitig an diesem einstehenden Lattenintervalle frei sind. Ist dies nicht der Fall, ist etwa nur ein kleiner Theil der Latte sichtbar, so ist

die rein logarithmische Methode nicht möglich, sondern es muss ein anderes Verfahren eintreten, welches Verf. wohl nicht ganz mit Recht das trigonometrische nennt; für dasselbe muss das Mikrometer besonders eingerichtet sein und die Latte neben der logarithmischen eine Theilung in Metermaass (Decimeter) tragen. — Verf. hat nun ein für beide Methoden geeignetes Instrument hergestellt, welches er *logarithmisches Universal-Tachymeter* nennt und das folgende Einrichtung besitzt.

Das Instrument, Fig. 1 in perspectivischer Ansicht dargestellt, steht mit den drei an den Fussschrauben befindlichen Plättchen auf einem Tellerstative, mit dem es durch

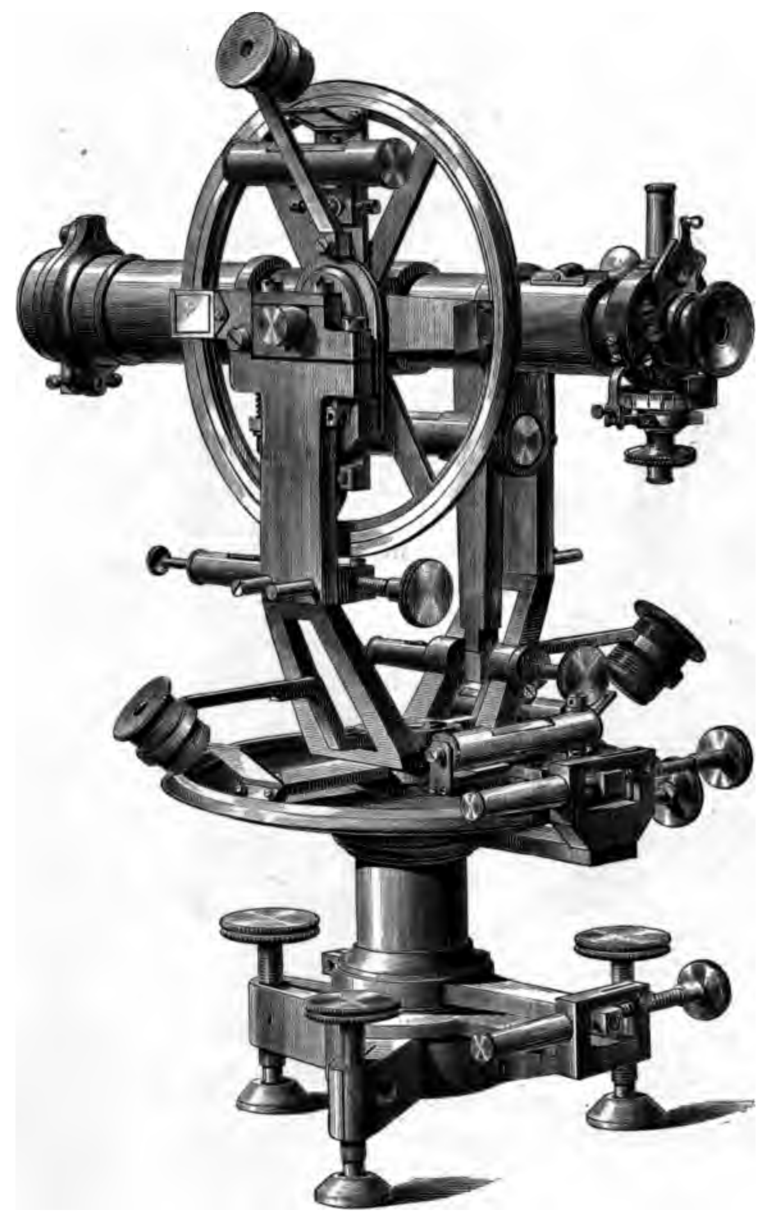


Fig. 1.

eine im Centrum des Dreifusses eingeschraubte Centralscheibe in Verbindung gebracht ist und auf dem es centrirt werden kann. — Der Horizontalkreis ist repetirend eingerichtet; die Repetitionsklemme und der zugehörige Mechanismus für die Feinbewegung

befinden sich über dem Dreifusse, die Klemme der Alhidade und ihr Mikrometerwerk unmittelbar unter dem Horizontalkreise. Auf der Alhidade sind zur schnellen Horizontirung zwei Rohrlibellen unter einem rechten Winkel zu einander angebracht. Die Lager der horizontalen Drehungsaxe befinden sich auf den aus der Mittelplatte der Alhidade sich erhebenden Ständern, zwischen welchen das Fernrohr auf der Ocularseite durchgeschlagen werden kann. Mit ihm und gegen dasselbe corrigirbar ist eine Reversionslibelle verbunden. Die horizontale Drehungsaxe trägt einerseits den Klemmarm für die Verticalbewegung, welcher nach unten bis in den ausgeschnittenen Theil des Ständers reicht und, daselbst zwischen Mikrometerschraube und Federbolzen gehalten, die Feinbewegung im verticalen Sinne ermöglicht, sobald die Klemmschraube fest angezogen ist, andererseits den Verticalkreis mit seiner Alhidade.

Die beiden Kreise des Instruments sind direct in Zehntel-Grade (alte Theilung) getheilt; die an jedem Kreise angebrachten diametralen Nonien geben Hundertel-Grade an. Das Fernrohr hat ein Objectiv von 33 mm Oeffnung, 26 cm Brennweite und je nach der Benutzung der zwei beigegebenen Oculare eine 20 oder 30malige Vergrösserung; es ist anallaktisch eingerichtet und giebt sowohl die Distanzen als auch die mit dem Mikrometer gemessenen Verticalwinkel auf das Centrum des Instrumentes bezogen.

Dem Instrumente wird eine Orientirbussole beigegeben, welche jedoch nicht fest mit demselben verbunden ist, sondern auf eine einfache und sichere Weise an- und abgeschraubt werden kann.

Eigenthümliche Einrichtungen hat das Ocular-Mikrometer, das in der Figur 2 und 3 in wirklicher Grösse dargestellt ist. Fig. 2 giebt die Ansicht von vorn, Fig. 3 zeigt die innere Einrichtung nach Abnahme des auf das Mikrometergehäuse durch drei Schräubchen befestigten Deckels, welcher das eigentliche Ocular trägt. Der mit dem Gehäuseboden durch Schrauben und Stellstifte fest verbundene innere Rahmen, welcher mit seinem länglich ovalen Ausschnitte die Begrenzung des Gesichtsfeldes bildet, trägt auf seiner oberen Fläche einen horizontalen und einen verticalen festen Faden. Um diesen Rahmen herum, aber mit ihm ausser jeder Berührung, ist ein grösserer, nur einen horizontalen Faden tragender Rahmen zwischen zwei festen Leisten beweglich angeordnet. Mit diesem Rahmen ist einerseits die Mikrometerschraube, andererseits ein dünner cylindrischer, von einer schraubenförmig gewundenen Feder umgebener Dorn fest verbunden; in welcher Weise die Bewegung des Rahmens vor sich geht, ist aus Fig. 3 genau ersichtlich. — Zur Messung der Abstände zwischen festem und beweglichem Faden ist am Gehäusedeckel ein Zählrechen mit sechs Spitzen angebracht, so dass, von Spitze zu Spitze gerechnet,

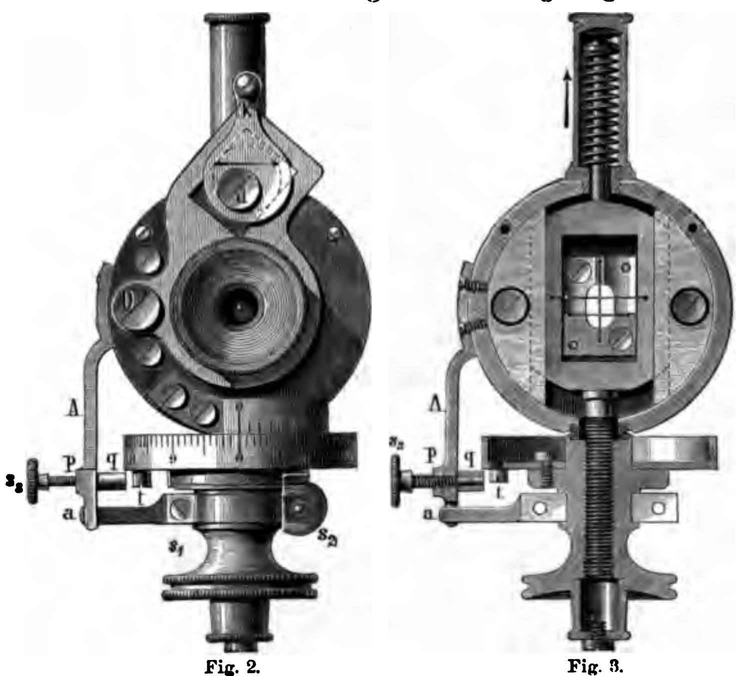


Fig. 2. Fig. 3.

fünf Revolutionen der Schraube gemessen werden können; jede Revolution wird durch die Schraubentrommel direct in 100 Theile getheilt; Tausendtel-Revolutionen können noch geschätzt werden. — Bei Einstellung des beweglichen Fadens auf 5,R000 stehen bei der gewöhnlichen Anordnung des Oculars beide Fäden symmetrisch ausserhalb der Ocularaxe; um nun die Ablesungen an den Fäden jedesmal in dieser Axe vornehmen zu können, ist eine Einrichtung getroffen, welche es ermöglicht, das Ocular schnell und ohne Erschütterung des Fernrohrs centrisch zu dem eben gebrauchten Faden stellen zu können; Versuche des Forstmeisters Tichy sollen in der That ergeben haben, dass auf diese Weise eine grössere Genauigkeit erzielt wird. Das Ocular ist zu diesem Zwecke nicht fest mit dem das Mikrometergehäuse verschliessenden Deckel verbunden, sondern auf einer besonderen Platte angebracht, welche um die seitlich stehende Schraube D als Axe leicht drehbar ist. In dem oberhalb des Oculars befindlichen schief liegenden rechteckigen Ausschnitte dieser Platte geht um die Schraube d als Drehaxe ein punktirt angegebenes Excenter, welches durch das Knöpfchen k gedreht wird und eine äusserst sanfte Bewegung des Oculars nach auf- und abwärts bewirkt. Steht der auf dem Excenter eingravirte Pfeil horizontal, Fig. 2, so hat das Ocular seinen mittleren Stand; bei Drehung des Excenters um 90° nach rechts bezw. links, steht das Ocular centrisch über dem unteren bezw. oberen (auf 5,R000 eingestellten) Faden. — Den verschiedenen Operationen entsprechend functionirt nun das Mikrometer auf dreierlei Art: 1. Mit constantem Fadenabstand (meistens 5,R000). Um hierbei den Fadenabstand sicher festhalten zu können, wird die Mutter der Mikrometerschraube geklemmt. Zu diesem Zwecke ist die Mutter mit einer eingedrehten Nut zur Führung für einen zweitheiligen Klemmarm, Fig. 4, versehen. Die beiden Theile desselben sind durch das Schräubchen s_1 so miteinander verbunden, dass bei gelüfteter Klemmschraube s_2 die Beweglichkeit der Mutter nicht gehindert ist; sobald aber durch Anziehen der Schraube s_2 eine innige Berührung zwischen Klemme und Mutter erfolgt, steht die letztere fest, da das Ende a des Klemmarms in dem gabelförmig geschlitzten Arm A gehalten wird und letzterer mit dem Mikrometergehäuse fest verbunden ist. 2. Mit veränderlichem, jedoch der Stellung des beweglichen Fadens auf 5,R000 sehr nahe liegendem Fadenabstande. Die Fadenstellung variirt hier nur zwischen 4,R886 und 5,R000; als Index dient der Nullstrich der Trommel und die Ablesung geschieht an dem über der Trommel befindlichen Segmente (Fig. 2), welches in zehn gleiche Intervalle getheilt ist. Um die Bewegung der Trommel zwischen den Endpunkten dieser Segmenttheilung begrenzen zu können, wird das im Arme A befindliche Schräubchen s_3 vorgeschraubt, bis sein Hals an der Fläche p ansitzt, wodurch das cylindrische Ende q des Schräubchens den zwei in der Bodenplatte der Trommel passend angebrachten Zäpfchen t, von denen in der Figur nur eins sichtbar ist, als Anschlag dient und die Bewegung der Trommel auf den gewünschten Raum begrenzt; die Klemmschraube s_2 wird natürlich hierbei gelüftet. 3. Mit beliebiger Stellung des beweglichen Fadens, was nach Lüften der Klemmschraube s_2 und Zurückdrehen des Schräubchens s_3 möglich ist. — Die Einrichtung des Mikrometers ist eine solche, dass bei Einstellung des beweglichen Fadens auf 5,R000 die Reichenbach'sche Multiplicationsconstante gleich 100,00 ist; demnach ist der von den Fäden eingeschlossene Winkel $\alpha_0 = 2062,''65$, $1^R = \frac{\alpha_0}{5} = 412,''53$ und allgemein für die Schraubenstellung (Fadenabstand) S der zwischen den Visuren über die beiden Fäden enthaltene Winkel

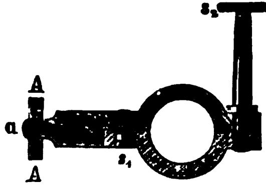


Fig. 4.

$$\alpha = 412,''53\, S = \frac{\alpha_0}{5} S.$$

Die Nivellirlatte, mit welcher in Verbindung mit dem eben beschriebenen Instrument Entfernung und Höhenunterschiede bestimmt werden, hat also, wie schon erwähnt,

eine logarithmische, die beiden ersten Decimalen der Logarithmen tragende Theilung. Auf den Nullpunkt der Latte, welcher an das obere Ende verlegt ist, (im astronomischen Fernrohr also untenstehend,) wird der feste Faden eingestellt. Als kürzeste tachymetrisch zu bestimmende Entfernung ist *10 m* angenommen. Der entsprechende Lattenabschnitt oder die Entfernung des Anfangspunktes der Theilung vom Nullpunkte der Latte ist also 0,1 m und dieser erste Theilungspunkt ist, entsprechend log 10 = 1, mit 1,00 bezeichnet. Um nun den Abstand der weiteren, den Logarithmen 1,01, 1,02, 1,03.... entsprechenden Theilungspunkte vom Nullpunkte zu erhalten, hat man nur die zu den Logarithmen 0,01, 0,02, 0,03 gehörigen Zahlen zu suchen und den zehnten Theil derselben in Metermaass vom Nullpunkte der Latte an aufzutragen. Die den Logarithmen entsprechende Charakteristik wird durch seitlich markirte Punkte bezeichnet.

Will man mit diesen Hilfsmitteln den Logarithmus der Entfernung bezw. des Höhenunterschiedes auf nur drei Decimalen bestimmen, was für viele Fälle ausreichen wird, so hat man bei freier Visur die Fadenabstände auf 5,ᴿ000 zu bringen und die Schraubenmutter festzuklemmen; man erhält dann durch unmittelbare Lesung an der Latte die beiden ersten, und durch Schätzung die dritte Decimale. Soll der Logarithmus auf vier Decimalen bestimmt werden, so wird man das Mikrometer in der oben unter 2. beschriebenen Weise gebrauchen; man erhält dann wieder die beiden ersten Decimalen an der Latte, die dritte und vierte an der Segmenttheilung. — In beiden Fällen tritt zu dem so ermittelten Logarithmus noch eine Correction, welche von dem Höhenwinkel zwischen Instrument und Latte abhängt. Ist h dieser Winkel, L der Fadenabstand in Schraubenrevolutionen, D die horizontale Entfernung, H der Höhenunterschied, so ist:

$$D = 100\, L \cos^2 h\, (1 + 0{,}01 \operatorname{tg} h), \qquad H = 100\, L \sin h \cos h\, (1 + 0{,}01 \operatorname{tg} h).$$

Um also die richtigen Werthe von D und H zu erhalten, ist noch ein Beobachtungselement, der Höhenwinkel h zu bestimmen. Dies geschieht durch Ablesung am Verticalkreise. Um nun für Fälle, wo die Entfernung D verlangt wird, möglichst rasch arbeiten zu können, ist vom Nullpunkte des Vertikalkreises aus zu beiden Seiten eine Theilung nach der Formel $a = \log\left(\frac{1}{\cos^2 h\,(1 + 0{,}01 \operatorname{tg} h)}\right)$, also dem Logarithmus des reciproken Werthes des Correctionsfactors von D, für Werthe von h zwischen 315° und 360° einerseits, und 0° und 45° andererseits aufgetragen; die Theilung ist so eingerichtet, dass die ersten Decimalen des Logarithmus direct abgelesen werden können, während die vierte geschätzt wird. Man hat also in diesem Falle nur von dem an der Latte abgelesenen Werthe den durch die erwähnte Theilung ermittelten Betrag abzuziehen, um den Logarithmus der horizontalen Entfernung zu erhalten.

Sind die Visuren über die beiden Fäden (bis 5,ᴿ000 Abstand) nach der Latte nicht frei, ist also vielleicht nur ein kleiner Theil der Latte sichtbar, so ist das Mikrometer in der unter 3. angegebenen Art zu verwenden. In diesem Falle reicht die logarithmische Theilung der Latte nicht aus, sondern dieselbe muss neben dieser noch eine Decimetertheilung tragen. Der feste Faden wird dann auf den Nullpunkt oder eine günstig gelegene Decimetermarke eingestellt; als günstig gelegen muss eine solche bezeichnet werden, bei welcher der bewegliche Faden gleichzeitig auf eine andere Decimetermarke einsteht und der Fadenabstand möglichst nahe 5,ᴿ000 beträgt, da die Bestimmung natürlich um so genauer ausfällt, je grösser der mikrometrische Winkel ist. Wird dann noch der Höhenwinkel h am Verticalkreise abgelesen, so setzen sich die Logarithmen der Entfernung bezw. des Höhenunterschiedes aus vier Gliedern zusammen.

Die logarithmisch-tachymetrischen Tafeln enthalten nun zunächst die Tafeln der Höhencorrectionen für Entfernung und Höhenunterschied nach den beiden ersten Verfahren, für h von Hundertel- zu Hundertel-Grad innerhalb der Grenzen 315° bis 360° und 0° bis 45° fortschreitend. Diesen folgt die bei der vorliegenden Methode wenig ge-

brauchte Tafel der gemeinen vierstelligen Logarithmen der Zahlen 1 bis 9999. Hieran schliesst sich die Tafel der Antilogarithmen, mittels welcher der dem beobachteten Logarithmus entsprechende Numerus gefunden wird. Endlich folgen noch drei für die dritte Art der Beobachtung bestimmte Tafeln; dieselben enthalten zunächst den dem beobachteten Decimeterabschnitte entsprechenden Logarithmus der Lattentheilung, zweitens eine dem Fadenabstand entsprechende Correction, drittens ein vom Fadenabstand und dem Höhenwinkel abhängiges Correctionsglied. Das vierte Glied ist die Höhencorrection, hat denselben analytischen Werth wie in den beiden ersten Methoden und kann daher aus Tafel I entnommen werden.

Was die Genauigkeit der Methode betrifft, so ergab eine von Ingenieur P. Demarteau vorgenommene Vergleichung der auf diesem Wege erhaltenen Werthe mit trigonometrisch bezw. durch geometrisches Nivellement bestimmten Werthen sehr gute Resultate. Die logarithmische Methode ergab die Entfernungen im Mittel auf 0,027 $^0/_0$ genau und auch die Höhenunterschiede waren mit fast derselben Genauigkeit bestimmt, was für tachymetrische Zwecke vollständig ausreicht. *W.*

Messung der elektromotorischen Kraft des elektrischen Lichtbogens.

Von V. v. Lang. *Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1885. 91. S. 844.*

Eine Batterie von 58 Bunsen-Elementen wurde durch zwei Lichter hinter einander symmetrisch geschlossen, so dass der Halbirungspunkt A der Batterie mit dem Halbirungspunkt B der Verbindung der beiden Lichter gleiches Potential hatte. Zwischen A und B wurde der Widerstand der doppelten Leitung auf die gewöhnliche Weise mittels der Wheatstone'schen Brücke ermittelt.

Brannten beide Lichter, so wurde ein Widerstand von 1,82 Ω (in Centimetern) abgelesen; ersetzte Verfasser die Lichter durch Widerstände, bis dieselbe Stromstärke erreicht war, so war der Widerstand gleich 6,29 Ω. Der Unterschied beider Zahlen giebt mit 2 multiplicirt den Widerstand, der durch die elektromotorische Kraft eines der Lichter compensirt wurde. Um daher diese Kraft selbst zu finden, wird dieser Unterschied mit der Stromstärke (4,32 Amp.) multiplicirt, was eine elektromotorische Kraft von 38,6 Volt ergiebt. *W.*

Neu erschienene Bücher.

Grundzüge der allgemeinen Mikroskopie. Von Prof. Dr. L. Dippel. Braunschweig. Vieweg & Sohn. 524 S. (Schluss.)

Im dritten Capitel wird die Einrichtung des zusammengesetzten Mikroskopes beschrieben. Zuerst wird der optische Apparat vorgeführt, die Objectivsysteme je nach ihrer Form und Wirkungsart, dann der Tubus (optische Tubuslänge) und die Oculare, deren optische Eigenschaften leider erst hier, statt im Anschluss an die gleichartige Besprechung der Objective S. 75 ff., erörtert werden; ferner der Beleuchtungsapparat nach der optischen und mechanischen Einrichtung. Schliesslich werden das Gesammtstativ, Fuss, Säule, Objecttisch, Tubus, Einstellungs- und Neigungsvorrichtungen einer Durchmusterung und vergleichenden Kritik unterzogen.

Das folgende vierte Capitel behandelt: das optische Vermögen des Mikroskopes und dessen Prüfung. Dieses Capitel, das im directen Zusammenhange mit dem für sein Verständniss vorbereitenden zweiten steht, hätte nach Ansicht des Ref. auch gleich auf dieses folgen sollen. Das eingeschobene dritte Capitel, welches die technische

Construction des Mikroskopes behandelt, würde dann seinerseits wieder viel besser unmittelbar dem andern vorangehen, in welchem die technische Construction der Mikroskope zu besonderen Zwecken beschrieben ist. Ref. kann ferner die Bemerkung, die auch für das Handbuch gilt, nicht unterdrücken, dass es besser gewesen wäre, die Prüfung und Messung jeder einzelnen optischen Eigenschaft sogleich dort zu beschreiben, wo dieselbe theoretisch behandelt war; der Einwand, dass die experimentellen Arbeiten die Kenntniss der Einrichtung des Mikroskopes erforderten, gilt durchaus nicht, da eine solche Kenntniss, wie sie hierzu nöthig ist, niemals aus der Betrachtung einer Zeichnung, sondern nur aus dem Gebrauche eines wirklichen Mikroskopes gewonnen werden kann. Die räumliche Trennung des zweiten und vierten Capitels führt dagegen zu mehrfachen Wiederholungen des schon einmal Gesagten. Für den Anfänger hätte das zweite Capitel eine ungefähre Andeutung darüber enthalten können, wie die behandelten optischen Systeme äusserlich zusammengefügt sind.) Im vierten Capitel werden also zuerst *die einzelnen Factoren des optischen Gesammtvermögens* nochmals erörtert und die Methoden beschrieben, die, fast sämmtlich von Prof. Abbe herrührend, dazu dienen, sie zu prüfen bezw. zu messen: 1. das Vergrösserungsvermögen des Mikroskopes (Vergl. S. 33); 2. das Begrenzungsvermögen (abhängig von dem nicht compensirten Betrage der S. 67 bis 75 besprochenen Objectivfehler); 3. das Abbildungs- speciell das Auflösungsvermögen im Anschluss an die Erörterungen auf S. 76 bis 117; 4. das Verhältniss zwischen Vergrösserungs- und Abbildungsvermögen (Brennweite und Apertur). Sodann die praktischen Methoden, nämlich: 5. Bestimmung der Brennweiten; 6. Erprobung des Aplanatismus und der Achromasie; 7. Messung der numerischen Apertur (jedoch noch ohne Erwähnung des Apertometers) und endlich der Vergrösserung (sonderbarer Weise in einem besonderen Abschnitte, während die vorhergehenden, theils theoretischen Erwägungen, theils praktischen Anleitungen nur verschiedene Nummern desselben Abschnittes sind.)

Der dritte Unterabschnitt des vierten Capitels bringt *die directe Prüfung des Mikroskopes.* Es werden die allgemeinen Grundsätze der Prüfung auseinandergesetzt, die Probeobjecte für das Begrenzungs- und Auflösungsvermögen angeführt, zum grossen Theil die bezüglichen Illustrationen beigegeben, und schliesslich wird beschrieben, wie die Ermittlung der Ausdehnung, Ebenmässigkeit und Färbung des Sehfeldes zu erfolgen hat.

Das fünfte Capitel bespricht *Mikroskope Deutscher Werkstätten.* Dieses Capitel ist im Wesentlichen nichts als ein reich illustrirter Auszug aus den Catalogen der angeführten Firmen. Ob der Aufwand an Raum (35 S., im Handbuch 130 S.) und Kosten (26, im Handbuch 100 schöne grosse Stativabbildungen) im richtigen Verhältniss zum erreichten Nutzen steht, ist um so mehr fraglich, als die Kritik der verschiedenen Constructionen und Systeme, wenn überhaupt vorhanden, eine nichts weniger als strenge und eingehende zu nennen ist. Der Anfänger wird daher durch dieses Capitel eher verwirrt als berathen. Die vollständige Weglassung der im Handbuch mitgenannten ausländischen Firmen dürfte auch nicht gerechtfertigt sein. Sind deren Preise auch meist sehr viel höhere als die der Deutschen Firmen, so hätten die bedeutendsten derselben doch wohl mit einigem Rechte Erwähnung verdient.

Das sechste Capitel endlich enthält eine kurze Beschreibung der *Mikroskope zu besonderen Zwecken*: des stereoskopischen Mikroskopes, des Projections- (nicht *Bildmikroskopes*, denn *Bilder* geben alle Mikroskope), des Demonstrationsmikroskopes, des photographischen und des mineralogischen. Dieses Capitel würde, wie oben bemerkt, zweckmässiger direct auf das dritte folgen, so dass jetzt erst das fünfte käme.

Die beiden letzten Hauptabschnitte können wir an dieser Stelle nicht so eingehend schildern, wie es beim ersten Abschnitt geschehen ist, denn einmal liegt der Inhalt dieser folgenden Abschnitte der Richtung dieser Zeitschrift zum Theil nicht gleich nahe, wie der des ersten und andererseits dürfte das Interesse für dieselben auch schon

deswegen ein geringeres sein, weil es sich in ihnen nicht mehr um Mittheilungen handelt, die wie jene zum Theil an keiner anderen Stelle zu finden sind.

Die Anordnung des Stoffes, die schon im Voranstehenden mehrfach unsere Billigung nicht finden konnte, müssen wir hier ernstlich tadeln. Sie erschwert den Gebrauch dieses Buches — ebenso wie des „Handbuches" — ungemein.

Im ersten Capitel des zweiten Abschnitts: Hilfs- und Nebenapparate des Mikroskopes, werden Lupe und Präparirmikroskop, Polarisations- und Spectralapparat, das stereoskopische Ocular und Vorrichtungen zum Nachzeichnen als optische Apparate beschrieben, ferner Mikrometer, Goniometer, Compressorium, heizbarer Objecttisch, feuchte und Gaskammer u. s. w. als mechanische Nebenapparate.

Das zweite Capitel behandelt die Apparate und Hilfsmittel zur Herstellung mikroskopischer Präparate und zwar I. Instrumente und Apparate, II. Zusatzflüssigkeiten und Reagentien, III. Färbungs- und Imprägnationsmittel, IV. Injectionsmassen.

Im dritten Hauptabschnitt: Gebrauch des Mikroskopes endlich bringt das erste Capitel die allgemeinen Grundsätze, das zweite: die Herrichtung mikroskopischer Beobachtungsgegenstände. Dieses letztere würde offenbar als fünfte Abtheilung in den vorhergehenden Abschnitt gehören. Das dritte Capitel handelt von der Methode der mikroskopischen Beobachtung und das vierte Capitel von der Zeichnung und Aufbewahrung mikroskopischer Präparate, welche letztere ersichtlich ebenfalls in näherem Zusammenhange mit dem vorigen Abschnitt steht als mit diesem. Der Unterschied zwischen dem, was das Mikroskop betrifft, dem Sehapparat, und dem was auf die mikroskopischen Präparate Bezug hat, dem Gesehenen, ist so klar und einfach, dass man die Anordnung des Stoffes, wie sie vom Verf. beliebt ist, nicht recht begreift. Welchen Eindruck muss es machen, wenn man folgende Gegenstände nacheinander behandelt sieht: Stereoskopisches Ocular — heizbarer Objecttisch — Präparirnadeln — Deckgläser — Färbeflüssigkeiten — Eigenthümlichkeiten der mikroskopischen Wahrnehmung — Gefriermethoden — Dunkelfeldbeleuchtung — Anwendung der chemischen Reagentien — die mikroskopische Zeichnung — Aufbewahrung voluminöser Präparate!

Noch weniger als die Anordnung des Stoffes ist die Darstellung desselben zu loben. Der Satzbau widerspricht häufig geradezu den Regeln der Deutschen Stilistik; hierdurch wird das Verständniss des Dargestellten — Ref. hat hierüber viele Klagen gehört — nicht unerheblich erschwert. Ich führe als Beleg — da ein diesbezüglicher Tadel zu leicht subjectiv gefärbt erscheinen könnte — nur folgenden Satz an (S. 156, Anfang des Abschnitts oben): „die Begriffsbestimmung des ‚Abbildungsvermögens' (das Unterscheidungs- und Auflösungsvermögen der Autoren (!) mit einbegriffen), welches nach der sonst üblichen Auffassung als eine dem Mikroskope schlechthin und ganz selbstverständlich zukommende, mithin gar nicht weiter zu erörternde Fähigkeit betrachtet wurde, welche bei der als völlig ähnlich gedachten Wiedergabe der Objecte unter Umständen nur durch die in Folge der Unvollkommenheit der Strahlenvereinigung herbeigeführte Unterdrückung von Einzelheiten im Bilde eine Einschränkung erfahre, muss mit Bezug auf die Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung jetzt anders gefasst werden als bisher, da es gemäss dieser als eine bedingte, verschiedengradiger Abstufung unterliegende und insofern zahlenmässig bestimmbare Eigenschaft des Instrumentes erscheint." (!!) — Aus diesem Satze liessen sich bequem und mit Vortheil vier einzelne Sätze machen. Solcher Stellen könnte Ref. in den „Grundzügen" wie im „Handbuche" eine ganze Anzahl anführen.

Die „Grundzüge" sind ein zum Theil wörtlicher Abdruck des Handbuches. Dabei sind nur erhebliche Auslassungen vorgenommen; z. B. die Gesetze der Abbildung fast

sämmtlich ohne Ableitung gegeben. Hier drängt sich die Frage auf: welchen Zweck verfolgte der Verf. mit der Herausgabe des vorliegenden Buches? an welches Publikum dachte er dabei?

Der Verf. sagt hierüber in der Vorrede: das Buch sei auf den verschiedentlich laut gewordenen Wunsch hin entstanden, „eine kürzere, allgemein verständliche, aber zu wissenschaftlichem Gebrauche geeignete Darstellung der allgemeinen Mikroskopie in Händen zu haben.“ Dass nun dadurch, dass „die mathematischen Entwicklungen umgangen sind, aber deren Resultate doch in Form der Endgleichungen gegeben werden“, das Verständniss erleichtert werde, widerspricht allen pädagogischen Erfahrungen. Referent glaubt, dass im Gegentheil nur ein mathematisch geschulter Kopf sich unter den ohne Beweis einfach ausgesprochenen Formeln und Gesetzen irgend etwas denken kann.

Um den Inhalt seines „Handbuchs“ kürzer und allgemein verständlich zu machen, hätte sich der Verf. seine Arbeit schon etwas weniger leicht machen müssen. Ref. glaubt daher, dass diejenigen, denen an einer Kenntniss der modernsten Fortschritte der Mikroskoptheorie etwas gelegen ist, doch zu dem ausführlicheren Handbuche greifen werden. Freilich liesse sich dieses unbeschadet der wissenschaftlichen Strenge kürzer und allgemeiner verständlich gestalten.

Wie dem aber auch sein mag, so sind die Dippel'schen Bücher über das Mikroskop zweifellos ganz werthvolle Werke, weil die in ihnen vertretenen Anschauungen auf den letzten Errungenschaften der Forschung fussen und weil sie, wie schon mehrmals erwähnt, Mittheilungen von Forschungen enthalten, die noch an keiner anderen Stelle zusammenhängend veröffentlicht worden sind.

Die Ausstattung des Buches, namentlich mit Illustrationen, ist eine vortreffliche.

Dr. S. Czapski.

A. Croullebois. Théorie élementaire des lentilles épaisses; interprétation géometrique et exposition analytique des résultats de Gauss. 117 S. mit Fig. Paris, Gauthier-Villars. Frcs. 3,50.

C. L. Doolittle. A Treatise on practical astronomy as applied to geodesie and navigation. Illustrated. 652 S. New-York, Wiley & Sons. 4 D.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, No. 16. Leipzig, Engelmann. M. 4,00. Inhalt: Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Brechung des Lichtes in einigen Glassorten, in Kalkspath und Bergkrystall. Von Dr. G. Müller.

R. Benoit. Construction des étalons prototypes de résistance électrique du ministère des postes et des télégraphes. 80 S. m. Fig. Paris, Gauthier-Villars. Frcs. 4,50.

A. Handl. Ueber ein neues Hydrodensimeter. Wien, Gerolds Sohn. M. 0,15.

J. Henrici. Die Erforschung der Schwere durch Galilei, Huyghens, Newton, als Grundlage der rationellen Kinematik und Dynamik historisch dargestellt. Programm des Gymnasiums in Heidelberg. 40 S.

J. Hepperger. Ueber Krümmungsvermögen und Dispersion von Prismen. Wien Gerolds Sohn. M. 0,80.

J. Hogg. The Mikroskope; its History, construction and application. 11. edit. 770 S. London, Routledge. 7 sh 6d.

Ch. Huyghens. Traité de la lumière, où sont expliquées les causes de ce qui lui arrive dans la réflexion et dans la refraction et particulièrement dans l'étrange refraction du cristal d'Islande. Leipzig, Gressner & Schramm. M. 6,00.

E. Ketteler. Theoretische Optik, gegründet auf das Bessel-Sellmeier'sche Princip. Braunschweig, Vieweg & Sohn. M. 14,00.

E. Linnemann. Ueber Absorptionserscheinungen in Circonen. Wien, Gerolds Sohn. M. 0,20.

A. Tanakadate. Measurement of the force of gravity and magnetic constants at Ogasawarajimo (Bonin Island). 14 S. und 9 Tabellen. Tokio, published by Tokio Daigaku.

Wüllner. Lehrbuch der Experimentalphysik. Band III. Die Lehre von der Wärme. Leipzig, B. G. Teubner. M. 12,00.

Bauernfeind. J. G. v. Soldner und sein System der Bayerischen Landesvermessung. Münster, Franz. M. 1,50.

Haushofer. Mikroskopische Relationen. Braunschweig, Vieweg & Sohn. M. 4,50.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 6. October 1885. Vorsitzender Herr Bamberg.

Die Sitzung war einer Besprechung über die von der Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission in Aussicht genommenen Vorschriften zur Prüfung von Thermometern für ärztliche Zwecke gewidmet. Herr H. F. Wiebe gab an der Hand zweier auf den Gegenstand bezüglicher Circularschreiben der Normal-Aichungs-Commission eingehende Erläuterungen über den Stand der Thermometerfrage und über die beabsichtigten Maassnahmen zur Hebung und Verfeinerung der Deutschen Thermometrie. Die genannte Behörde hat zur näheren Besprechung der Angelegenheit eine Versammlung auf den 12. October cr. einberufen und hierzu zahlreiche Vertreter der Praxis und Wissenschaft eingeladen. An diese Mittheilungen schloss sich eine lebhafte Discussion, an der sich die Herren Greiner, A. Geissler, Haensch u. A. betheiligten. Die Versammlung beschloss, als Vertreter der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik Herrn Bamberg zu der erwähnten Sitzung zu entsenden. (Die Sitzung hat inzwischen stattgefunden; Herr Bamberg war verhindert zu erscheinen und wurde durch Herrn Haensch vertreten.) Da in dieser Zeitschrift demnächst genauere Mittheilungen über diese bedeutungsvolle Angelegenheit veröffentlicht werden sollen, kann ein weiteres Eingehen an dieser Stelle unterbleiben.

Herr Färber macht Mittheilung von Versuchen, die er mit Lackproben der Firmen C. W. Schmidt in Düsseldorf und Grosse & Bredt in Berlin angestellt hat das Resultat der Versuche war ein günstiges.

Herr Haensch regt den Gedanken an, im Herbst nächsten Jahres bei Gelegenheit der Naturforscher-Versammlung in Berlin einen internationalen Mechaniker-Congress zu veranstalten. Die Anregung wird von der Versammlung beifällig aufgenommen.

Sitzung vom 20. October 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr A. Baumann hielt den angekündigten Vortrag über nasse und trockene Gasmesser. Der Vortragende besprach in eingehender Weise die Constructionen der verschiedenen Typen und erläuterte seine Auseinandersetzungen durch Vorführung von Modellen. Wir müssen jedoch von näheren Mittheilungen über den Vortrag hier absehen, da der Gegenstand den Zielen dieser Zeitschrift ferner liegt.

Zu Vertretern der Arbeitgeber bei der Orts-Krankenkasse für Mechaniker werden die Herren Lüttig, Handke und Gustine ernannt.

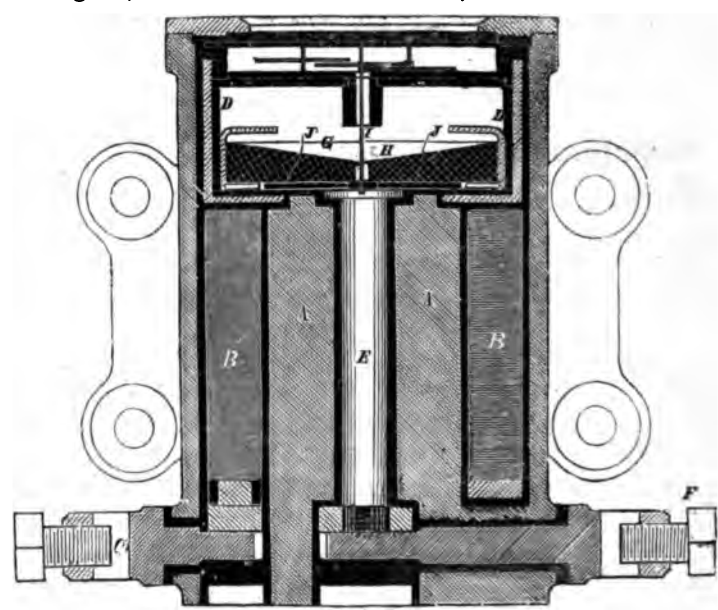
Der Schriftführer *Blankenburg.*

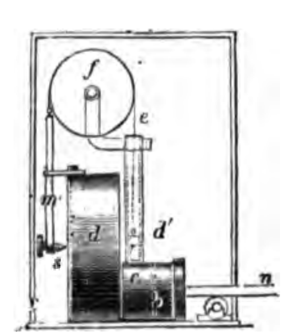
Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerungen an Elektrometern. Von S. Z. de Ferranti in London. No. 31972 v. 30. Juli 1884.

Dieser Messapparat beruht auf der Eigenschaft des elektrischen Stromes, eine leitende Flüssigkeit, welche er radial durchströmt, in Rotation zu versetzen. Der Apparat besteht aus einem ringförmigen Magnetkern A, der von einer isolirten Spule B umgeben ist, deren eines Ende mit der Klemme C und deren anderes Ende mit einem Cylinder D verbunden ist. Durch die Mitte des Kernes A führt ein isolirter Leiter E, dessen oberes Ende einen Theil des Quecksilbertroges G bildet und dessen unteres Ende mit der Klemme F verbunden ist. Wenn ein Strom bei der Klemme C eintritt und durch die Spule B zum Cylinder D geht, so muss er von hier aus das Quecksilber radial durchströmen, um durch den Leiter E nach der Austrittsklemme F zu gelangen. Die hierbei erzeugte Rotation des Quecksilbers wird mittels eines auf der Welle I sitzenden Schaufelrades JJ auf diese Welle und sodann auf ein oberhalb angeordnetes Zählwerk übertragen. Die Hartgummischeibe H dient zum Schutz des Quecksilbers gegen Verunreinigung.





Neuerung an Control-Thermographen für Darr-Räume. Von H. Dankers in Dortmund. No. 32089 vom 21. November 1884.

Die thermometrische Stange n drückt unter Einwirkung der Wärme des Darr-Raumes mittels des in dem Pumpenstiefel c sich bewegenden Kolbens b das in c eingebrachte Oel, Glycerin u. dergl. unter den Kolben d'. Hierdurch wird der mit d' durch einen über die Scheibe f laufenden Faden e und die Stange m' verbundene Schreibstift s gesenkt. Der Stift s registrirt die Temperaturveränderungen auf einer durch ein Uhrwerk gedrehten Trommel d mit Papierscheibe.

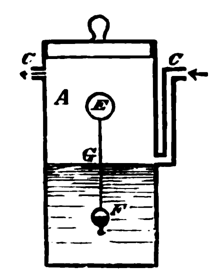
Entfernungsmesser. Von L. P. Charlier in Charleroi, Belgien. No. 31888 vom 7. Octbr. 1884.

Der Entfernungsmesser, welcher die Entfernung zwischen zwei Punkten durch den Unterschied der Geschwindigkeit des Lichtes und des Tones angiebt, besteht aus einem durch einen Windfang gehemmten Räderwerk, welches durch eine Triebfeder in Bewegung gesetzt wird, wenn man dasselbe beim Aufblitzen eines Schusses u. s. w. auslöst. Beim Hörbarwerden des Knalles stehen dann der Entfernung entsprechende, auf den Rädern angebrachte Zahlen vor Ausschnitten des Gehäuses. Eine Vorrichtung bewirkt gewünschtenfalls das Stehenbleiben der mehrmals umlaufenden Räder in der Nullstellung.

Neuerung an Maschinen zur Herstellung von Schrauben. Von W. A. Rogers in Cambridge und G. F. Ballou in Waltham. V. S. A. No. 31349 vom 1. Juli 1884.

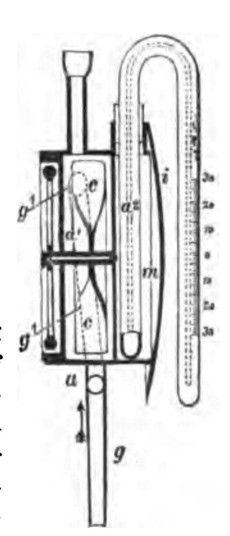
Der Schneidestahlsupport und dessen Fortbewegungsmechanismus sind bei dieser Schraubenschneide-Drehbank mit einem auf dem Bankbett befestigten Maassstabe und mit einem mit dem Support sich fortbewegenden Mikroskop verbunden, um die Genauigkeit des geschnittenen Gewindes von Punkt zu Punkt controliren zu können Sind die Fehler gefunden, dann kommt eine Schneidestahl-Stellvorrichtung der Maschine in Anwendung, welche dieselbe zu beseitigen gestattet.

Apparat zur directen Bestimmung des specifischen Gewichts oder des Druckes von Gasen und Dämpfen. Von F. Lux in Ludwigshafen a. Rh. No. 32091 vom 27. November 1884.



Der Apparat beruht auf dem Archimedischen Princip, nach welchem das Gewicht eines Körpers um so viel geringer wird, als der Rauminhalt des von ihm verdrängten Gases oder Dampfes wiegt. Er besteht aus der hohlen Glaskugel E und dem regulirbaren Schwimmer F, welcher in dem durchsichtigen, mit einer Flüssigkeit versehenen Cylinder A schwimmt und mit E durch den mit Gradeintheilung versehenen Steg G von geringem Querschnitt oder durch einen biegsamen über eine Rolle laufenden Faden verbunden ist. Das zu untersuchende Gas durchströmt den Cylinder A, indem es bei C ein- und bei C' austritt.

Instrument zur Hervorbringung niedriger Temperaturen. Von W. Lambrecht in Göttingen. No. 32237 vom 7. Februar 1885.



Zur Hervorbringung niedriger Temperaturen, besonders für Thaubestimmungen ist das Gehäuse a in zwei Abtheilungen a_1 und a_2 eingetheilt. In Abtheilung a_1 befinden sich Aether oder entsprechend andere Verdunstungsflüssigkeiten und das Flügelrad c. Durch das Luftrohr $g\,g_1$ wird ein Luftstrom in Abtheilung a_1 eingeblasen, der sowohl das Flügelrad in rasche Rotation versetzt, als auch gleichzeitig die dadurch in heftige Wallung gerathende Flüssigkeit schnell verdunstet, so dass die Temperatur in der anderen Abtheilung a_2 entsprechend rasch erniedrigt wird. Mit der Abtheilung a_2 ist der polirte Metallspiegel i verbunden, dessen Rand über der Abtheilung a_2 vorsteht, um einen scharf begrenzten Thauniederschlag nur auf der Spiegelmitte zu erzielen, während der vorstehende Rand ungetrübt bleibt. In a_2 sitzt auch die Kugel des Thermometers m, auf welchem der in der Abtheilung a_2 im Thaumomente herrschende Temperaturgrad gleichzeitig bequem abgelesen werden kann. Das Thermometerrohr ist zweckmässig nach unten umgebogen.

Verfahren zur Erzeugung elektrischer Energie. Von A. Bernstein in Frankfurt a. M. No. 32988 vom 13. Januar 1885.

Die durch Verbrennung eines geeigneten Brennmaterials entstandene Wärme wird benutzt, um eine Wasserstoffverbindung bis zur Dissociation zu erhitzen, und die entstehenden Zersetzungsproducte werden als Elektroden in einem galvanischen Element verwendet. (P.-B. 1885. No. 40.)

Instrument zum Messen und Theilen von Linien. (Zusatz-Patent zu No. 31878 vom 4. Juni 1884.) Von K. Friedrich in Simbach a. Inn. No. 32805 vom 10. März 1885.

Um das Verhältniss der Kathete zur Hypotenuse verändern zu können, sind zwei Schenkel durch ein Gelenk verbunden. Der dritte Schenkel (bezw. die dritte Seite) des Winkelbrettchens bildet einen Bogen, der in einem Bügel geführt und in diesem in der gewünschten Lage festgestellt wird. (No. 40. 1885.)

Anapoklitisches Prisma für Polarimeter. Von C. Reichert in Wien. No. 33039 vom 8. April 1885.

Die Neuerung betrifft die Anwendung eines anapoklitischen Prismas in Polarimetern, die mit weissem Licht zu gebrauchen sind. Ein solches Prisma bewirkt, dass sich dem Beobachter in den beiden auftretenden Spectren den verwendeten Quarzplattendicken entsprechend zwei dunkle Linien (Talbot'sche Banden) zeigen, welche dadurch entstehen, dass die betreffenden Farben des Spectrums durch die Quarzplatten ausgelöscht werden. (Vergl. auch das Ref. auf S. 324 dieses Jahrganges.) (1885. No. 40.)

Neuerung an galvanischen Elementen. Von F. Hornung in Berlin. No. 33008 vom 3. April 1885.

Es wird als erregende Flüssigkeit für beide Elektroden die Lösung eines kaustischen Alkalis angewendet. (1885. No. 40.)

Für die Werkstatt.

Goldähnliche Legirung. Techniker 7. S. 199.

Dieselbe wird erhalten durch Mischung von 16 Th. Kupfer, 1 Th. Zink und 7 Th. Platin. Diese Legirung kann zu feinen Blättern geschlagen und zu den feinsten Drähten ausgezogen werden, sobald Sorge getragen wird, dass dieselbe eisenfrei erhalten wird. Schon $^1/_{20}$ % Eisengehalt benimmt dieser Legirung einen bedeutenden Theil ihrer Geschmeidigkeit. In der Luft erhält sie sich unverändert und wird auch von Salpetersäure nicht angegriffen. Bei der Darstellung verfährt man wie folgt: Kupfer und Platin wird unter einer Bedeckung von Kohlepulver mit Borax als Flussmittel zusammengeschmolzen, hierauf wird der flüssigen Masse ausserhalb des Feuers das Zink unter stetem guten Umrühren zugesetzt. *Wr.*

Goldbronce (Musivgold). Techniker 7. S. 188.

Dasselbe wird erhalten, indem zu 1 Gewichtstheil reinem, englischen Zinn, in einem Tiegel geschmolzen, $^1/_2$ Th. Quecksilber, welches zuvor in einem eisernen Löffel erhitzt ist, bis es zu rauchen anfängt, unter Umrühren zugesetzt wird. Nach dem Erkalten wird diese Legirung zu feinem Pulver zerrieben und $^1/_2$ Th. Salmiak, sowie $^1/_2$ Th. Schwefelblumen untergemischt; das Ganze wird in einem Kolben in eine Sandkapelle gelegt. Letztere wird nun angefeuert bis der Sand glühend geworden; dieser Zustand wird erhalten bis man sicher ist, dass Nichts mehr verdampft. Hierauf nimmt man das Gefäss vom Feuer und lässt es erkalten. Am Boden des Gefässes findet man dann das Musivgold als glänzende goldfarbige Masse. Im oberen Theile des Kolbens findet sich Salmiak und Zinnober vor. *Wr.*

Stahllack. Wieck's Gewerbe-Zeitung. 1885. S. 236.

Ein guter Stahllack wird hergestellt aus 10 Th. reinem Mastix, 5 Th. Kamphor, 15 Th. Sandarach und 5 Th. Elemiharz welche in reinem Alkohol gelöst werden. Hierauf wird die Masse filtrirt und kann kalt verwendet werden. Dieser Firniss ist durchscheinend und klar. *Wr.*

Berichtigungen.

Auf S. 172 dieses Jahrganges Zeile 10 von unten lies Baumhauer statt Baumbach.

In dem Referat „Leichtflüssige Metalllegirungen" auf S. 296 dieses Jahrganges ist irrthümlich *Wieck's Gewerbezeitung* anstatt des *Westdeutschen Gewerbeblattes* als Quelle angegeben.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions - Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. **Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Leman** und Dr. **A. Westphal** in Berlin.

V. Jahrgang. **December 1885.** Zwölftes Heft.

Praktische Bemerkungen zu Prof. Porro's distanzmessendem Fernrohr, sowie zu den astronomischen Fernrohren im Allgemeinen.

Von

M. Hensoldt, Optiker in Wetzlar.

Bekanntlich wird bei Porro's Fernrohr zwischen das Objectiv und Ocular eine convexe Linse von entsprechender Brennweite eingeschaltet, um den sog. anallaktischen Punkt, von welchem aus die zu messenden Entfernungen zählen und welcher bei gewöhnlichen Fernrohren um die Brennweite des Objectivs vor diesem liegt, in das Innere des Rohres, und zwar in den Mittelpunkt des zugehörigen Instrumentes zu verlegen. Dadurch fällt die Anbringung einer constanten Correction, die sonst zu jeder abgelesenen Entfernung addirt werden muss, hinweg. Dieselbe ist zwar an sich sehr einfach, besonders wenn der Verfertiger von vorn herein gleich ein wenig Rücksicht darauf nimmt, sie wo möglich auf eine runde Zahl von 0,3, 0,4, 0,5 m u. s. w. zu bringen; sie wird jedoch bei der Reduction schief gemessener Längen, zumal wenn die Schiefe beträchtlich ist und grosse Genauigkeit verlangt wird, immerhin etwas umständlich. Denn da für die Reduction auf die Horizontale zugleich die zugehörigen Höhen- oder Tiefenwinkel abgelesen werden müssen, so folgt aus dem Umstand, dass die Spitze dieser Winkel im Mittelpunkt des Höhenkreises bezw. der Drehungsaxe des Fernrohrs liegt, während die Spitze des diastimometrischen Winkels, wie erwähnt, um die Brennweite des Objectivs vor demselben sich befindet, eine kleine Fälschung des Winkels und der Entfernung, die, wo es nöthig, durch Rechnung zu beseitigen ist, beim Porro'schen Fernrohre aber wegfällt.

Es wird jedoch bei diesem durch die Einschaltung der fraglichen Linse die Aequivalentbrennweite des Objectivs bezw. des nunmehrigen Objectivsystems, bedeutend verkürzt; natürlich wird dadurch auch die Vergrösserung und Leistung des Fernrohrs ebenfalls herabgedrückt. Nehmen wir als Beispiel das in der vortrefflichen Abhandlung des Herrn Professor Tinter, (diese Zeitschrift, 1882, S. 157) enthaltene. Dort ist die Brennweite des Objectivs gleich 345 mm, die der eingeschalteten Linse gleich 126 mm, der Abstand beider (der zugekehrten Hauptpunkte) gleich 237 mm angegeben. Die Aequivalentbrennweite des Objectivsystems ergiebt sich daher zu 185,7 mm. Das Bild des Systems kommt in der Entfernung von 58 mm hinter der eingeschalteten Linse zu Stande; folglich ist die Entfernung vom Objectiv zum Bild gleich 295 mm (nicht etwa der Aequivalentbrennweite des Systems gleich). Ein gewöhnliches Fernrohr, dessen Objectiv diese Brennweite besitzt, würde also mit einem Ocular von z. B. 12 mm Aequivalentbrennweite eine Vergrösserung von 24,6 geben, während das Porro'sche mit demselben Ocular nur 15,5 giebt. Letzteres hat also nur ungefähr $^2/_3$ der Vergrösserung des ersteren. Das Porro'sche ist aber bei gleicher Oeffnung der Objective heller, weil sein Licht in einem kleineren Raum concentrirt wird.

Linien sehr zart und in der Stärke feiner Spinnenfäden auf ein paralleles Gläschen einzuschneiden und dieses auf der Blende wie eine Linse zu befestigen. Aufkitten ist nicht so gut und sicher, besonders wegen der öfters nöthigen Reinigung. Hierbei kann der genaue Abstand der Linien, so wie die Gleichheit der beiden äusseren von der mittleren ganz sicher erreicht werden. Angenehmer sind aber die Spinnenfäden; das Gläschen beeinträchtigt immer das Bild etwas und jedes feinste Stäubchen erscheint namentlich durch die starken Oculare sehr vergrössert.[1])

Was die Veränderlichkeit betrifft, welche Herr Prof. Tinter a. a. O. ebenfalls erwähnt, so glaube ich nach eigenen Erfahrungen, dass dieselbe nur am unvollkommenen Aufspannen der Fäden liegt. Meistens werden sie nur mit Wachs, oft recht weichem, angeheftet, was weder eine genaue noch dauerhafte Einbettung verbürgt. Viel sicherer verfährt man so: Ist ein Faden von etwa 4 bis 5 cm Länge und passender Stärke, welche sich nach der Vergrösserung des Oculars richtet, aus dem betreffenden Spinnencocon herausgezogen, so befestigt man an beiden Enden kleine Gewichtchen aus Messingplättchen von etwa 3 mm im Quadrat und 0,5 mm Dicke gebildet, zwischen welche der Faden, mehrfach um ein dünnes Wachscylinderchen gewickelt, eingeklemmt wird. Nun hebt man mit einer Pincette das eine Gewichtchen in die Höhe, bis auch das andere frei schwebt, taucht den Faden eine Minute lang in reines Wasser, worin er sich ziemlich dehnt, und legt ihn in die Theilschnitte, die dabei gern eintretende Torsion möglichst verhindernd. Dann untersucht man mit einer starken Lupe seine Lage und giebt, wenn diese richtig, mit einem dünnen, aber nicht zugespitzten Drahtstück ein nur sehr kleines Tröpfchen von Schellacklösung oder Spirituslack auf, vertheilt es und lässt bei anhängenden Gewichtchen, welche den Faden gespannt erhalten, trocknen, was in einigen Stunden geschehen ist. So behandelte Fäden geben nie nach, noch werden sie in feuchter Luft schlaff, ebensowenig verändern sie sich in heissen Ländern, wo das Wachs erweicht und die damit aufgeklebten Fäden lose werden. Mit einiger Uebung wird man sich dieses Verfahren leicht aneignen. Damit die Fäden bezw. deren Gewichtchen nicht in Collision kommen, muss man die betr. Blende am besten freischwebend von der Seite je nach ihrer Form mit einem Draht an ein Klötzchen befestigen. Ein kleines Loch mit Gewinde, an einer Stelle, wohin keine Fäden kommen, ist dazu sehr dienlich. Da ferner Fäden, welche nicht im Durchmesser liegen, an den runden Kanten leicht abgleiten, so empfiehlt es sich, dort Facetten anzufeilen.

Wenden wir uns nun zu den Ocularen, so hat man bezüglich der Art derselben keine grosse Wahl. Das früher viel angewandte Huyghens'sche kann kaum noch in Frage kommen. Man rühmt zwar dessen scheinbaren Achromatismus, dagegen ist die Krümmung und Verzerrung des Bildes nach dem Rande zu sehr stark. Aber schon wegen des Umstandes, dass sein Bild und Fadenkreuz zwischen den Linsen liegt, muss es bei mathematischen Instrumenten verworfen werden, weil die von Zeit zu Zeit unumgänglich nöthige Herausnahme der Linsen behufs Reinigung derselben — zumal bei den jetzigen hygroskopischen Glasarten — immer mit einer Störung des Fadennetzes in Bezug auf seine Stellung gegen den Horizont sowohl, als gegen die Collimationslinie verbunden ist, und das Fadennetz deshalb jedesmal wieder untersucht bezw. berichtigt werden muss. Andererseits findet bei demselben der gleiche Umstand statt, welcher bezüglich der eingeschalteten Linse des Porro'schen Fernrohres besprochen wurde: die Verkürzung der äquivalenten Brennweite des Objectivs und damit die Herabdrückung der Vergrösserung, welche mithin beim Porro'schen Rohre eine zweimalige sein würde. Denn die Collectivlinse verkleinert zuerst das Bild, und die ganze Vergrösserung wird hernach durch die Augenlinse allein aufgebracht, die deshalb sehr stark sein muss, bedeutende Kugelab-

[1]) Bei den Mikrometern der Ablese-Mikroskope sind sie weit weniger störend.

weichung besitzt und in Folge davon die erwähnte Krümmung und Verzerrung des Bildes bewirkt. Aus diesem Grunde wird nun durch eine enge Blende das Sehfeld sehr beschränkt, oft zu einer lächerlich kleinen Grösse, da man nicht selten Fädenblenden von 2 mm Oeffnung findet! Und was den Achromatismus des Oculars betrifft, so ist derselbe, wie erwähnt, nur ein scheinbarer. Von einer wirklichen Vereinigung der verschiedenfarbigen Bilder in einer Ebene kann nicht die Rede sein. Die durch die Collectivlinse gespaltenen Farben werden in convergenter Richtung, aber unter sich divergirend, der Ocularlinse zugeführt, und von dieser die divergente Richtung in eine parallele verwandelt; aber die Trennung bleibt, so dass die Farben sich nun zwar mischen und dadurch dem Auge verstecken; die Bilder der verschiedenen Farben liegen jedoch nicht in einer Ebene, wie es bei wahrem Achromatismus wenigstens für die Hauptfarben der Fall ist, sondern in ihrer Reihenfolge hintereinander, sind nicht von genau gleicher Grösse und der dadurch bewirkte Mangel an Klarheit und Schärfe bleibt, wenn auch die Farben als solche nicht sichtbar sind. Diese Unsichtbarkeit gilt aber auch nur für die aus dem Bild des Objectivs herrührenden Strahlen. Befindet sich ein Object, z. B. der Rand der Blende oder das Fadennetz in der Sehweite der vorderen Augenlinse, worauf also das vom Objectiv kommende Licht nur als diffuse Beleuchtung wirkt, so treten die Farben in ihrer vollen Stärke auf, wie an dem blauen Saum der Blende und an den Fäden zu sehen ist, wenn letztere etwas entfernt von der Mitte stehen. Hiervon kommt der bekannte blaue Rand des Sehfeldes.[1])

Für Fernrohre ist also das Huyghen'sche Ocular durchaus nicht zu empfehlen, am wenigsten für das Porro'sche. Für Mikroskope dagegen, wo der Strahlengang ein anderer, ist es in modificirten Verhältnissen, mit verhältnissmässig schwächerer Augenlinse ganz am Platz, und auch unter dem Namen des Campani'schen Oculars allgemein in Gebrauch; achromatisch ist es an sich ebenso wenig, wie schon der blosse Anblick einer schematischen Zeichnung des Strahlenganges z. B. in „Dippel, Das Mikroskop", S. 262 zeigt; es wird jedoch bei der Ausführung der Objectivsysteme bewusst oder unbewusst die Abweichung durch letztere mehr oder weniger mit compensirt.

Das Ramsden'sche Ocular eignet sich für mathematische Instrumente viel besser, obgleich es ebenfalls schlimme Fehler hat, von welchen die Farbenabweichung in erster Linie zu nennen ist, weil sie hier nicht wie bei Huyghen's Ocular versteckt ist, sondern frei zu Tage tritt. Auch seine Kugelabweichung ist beträchtlich, wenn auch nicht so stark als bei jenem, und beide im Verein beeinträchtigen das Bild des Objectivs um so mehr, je stärker das Ocular ist. Aber sein Bild ist eben, nach dem Rande nicht so verzerrt und was die Hauptsache: es liegt vor den Linsen. Diese können also herausgenommen und gereinigt werden, ohne die Justirung des Instrumentes zu stören. Wo Rücksichten auf den Preis die Anwendung vollkommener Oculare nicht gestatten, ist es das einzig brauchbare.

Von Steinheil wurde noch ein astronomisches Ocular (*A E* bezeichnet) aus drei einfachen Linsen bestehend, eingeführt. Es ist eine Combination der beiden besprochenen Oculare, nämlich ein Ramsden'sches Ocular, welchem, um die Farben desselben zu verstecken, — nicht zu heben — eine Collectivlinse vorgesetzt ist. Es hat also mit dem Huyghens'schen den Nachtheil, dass es die Vergrösserung zuerst herabdrückt, um sie nachher durch ein viel stärkeres Ramsden'sches Ocular, als sonst für gleiche Vergrösserung erforderlich wäre, wieder zu steigern. Dann liegt sein Bild zwischen den Linsen; es ist also schon aus diesem Grunde für mathematische Instrumente unzweckmässig.

---

[1]) Kellner hat sich in der Erklärung desselben geirrt („Das orthoskop. Ocular", S. 14). Er schreibt ihn der Collectivlinse zu, was leicht zu widerlegen ist: der blaue Rand zeigt sich in ganz gleicher Stärke, wenn die Collectivlinse ganz entfernt wird; er rührt nur von der Ocularlinse her.

Wo die höchste Leistung von einem Fernrohr verlangt wird, können neben guten Objectiven nur solche Oculare in Anwendung kommen, bei welchen die chromatische und sphärische Abweichung durch Sammel- und Zerstreuungslinsen aus Crown- und Flintglas nicht blos dem Auge verdeckt, sondern wirklich gehoben werden. Durch einfache Sammellinsen, mögen diese wie immer geformt und gestellt sein, ist das nicht möglich. Vorzugsweise sind es nun die orthoskopischen[1]) Oculare Kellners und die aplanatischen Steinheils, welche den zu stellenden Anforderungen genügen. In der Leistung stehen sich beide sehr nahe gleich; den orthoskopischen kann ein noch grösseres Sehfeld ertheilt werden, weil die ausserordentlich starken Krümmungen, besonders die inneren, der Steinheil'schen Linsen nicht gestatten, den Durchmesser der ersten Linse — vom Objectiv aus — so gross zu machen, wie bei dem Kellner'schen Ocular. Auch sind sie nicht frei von Reflexbildern, die nachts bei astronomischen Beobachtungen störend auftreten. Im Uebrigen geben beide Oculare schöne, ebene, und reine Bilder vor dem Ocular, und genügen allen gerechten Ansprüchen. Doch muss ich auf einen Punkt aufmerksam machen, welcher leicht zu einer falschen Beurtheilung derselben führen kann. Es giebt Objective, bei deren Ausführung ein gewöhnliches nicht achromatisches Ocular zur Untersuchung gedient hat, vielleicht sogar ein terrestrisches. Hierbei sind nun wohl meist unbewusst die Farben des Oculars mit in Berücksichtigung gezogen und die Objective deshalb etwas übercorrigirt. Für gewöhnliche Oculare sind solche Objective ganz geeignet, ohne dass man jedoch hierdurch die Farben ausser der Mitte beseitigen könnte; bringt man nun mit einem derartigen Objectiv ein orthoskopisches oder Steinheil'sches Ocular in Verbindung, so zeigt sich eine chromatische Uebercorrection, ein violetter Schimmer über dem Bild, der ebenfalls störend und die Klarheit beeinträchtigend auftritt und den Unkundigen verleiten kann, zu glauben, das Ocular sei nicht besser als ein gewöhnliches. Es gehört zu einem rein achromatischen bzw. aplanatischen Ocular auch ein solches Objectiv und umgekehrt. Weiss daher der wissenschaftlich erfahrene Optiker, welche Art von Ocularen anzuwenden beabsichtigt wird, so ist er in den Stand gesetzt, das für den bestmöglichsten Effect Geeignete zu verbinden.

Die Leistung eines Fernrohres hängt, abgesehen von der Beschaffenheit der Luft, die ein wichtiger Factor dabei ist, aber sich unserer Correctur entzieht, von seinen individuellen Eigenschaften ab, und zwar 1. von seiner Lichtstärke, 2. von seiner Vergrösserung und 3. von der Güte seiner Linsen und deren Fassung. Eine Steigerung der Vergrösserung ohne die entsprechende Lichtstärke ist kein Gewinn; eine zu schwache Vergrösserung nützt dagegen die Kraft eines guten Objectivs nicht aus. Bezüglich der Oeffnung der letzteren war man früher sehr ängstlich und glaubte, dass die von Fraunhofer seinen Gläsern gegebenen nicht überschritten werden dürften. Die Erfahrung lehrt das Gegentheil. Es müssen nur die Correctionen für die grösseren Oeffnungen richtig hergestellt werden, und wenn dies der strengen Theorie nach auch nicht so vollkommen möglich ist, das praktische Resultat ist doch ein anderes: die grössere Menge des Lichts bewirkt eine erhöhte Wirkung, bei vollkommen klarem und scharfem Bild. Von zwei Fernrohren gleicher Brennweite und Güte zeigt stets dasjenige, welches grössere Oeffnung hat, mehr. Fraunhofer gab seinen grösseren Fernrohren (*110 Zoll* Brennweite, *78 Linien* Oeffnung) den 17ten Theil der Brennweite zur Oeffnung und steigerte letztere allmälig für kürzere Brennweiten bis zu $^1/_{11}$ derselben. (*12 Zoll* Brennweite, *13 Linien*

---

[1]) Es sei mir gestattet, hier zu erwähnen, dass Kellner seinem Oculare diesen Namen auf meinen Rath während unseres gemeinschaftlichen Zusammenwirkens beilegte. Ich habe seit dessen Tod diese Oculare in grosser Zahl ausgeführt, bin aber von der ursprünglichen Construction aus dem Grunde abgegangen, weil diese mehr die chromatische als die sphärische Abweichung berücksichtigte. In letzter Hinsicht blieb ein Rest, welchen ich durch die jetzige Form beseitigt und damit zugleich den Ort des Bildes etwas weiter von dem Ocular wegverlegt habe.

Oeffnung.) In neuerer Zeit wird dieses Verhältniss bedeutend überschritten, wenigstens für die kürzeren Fernrohre der mathematischen Instrumente, und es kann die Oeffnung, wo es wünschenswerth ist, je nach der Brennweite auf $^1/_{10}$, $^1/_8$, $^1/_6$ und bei sehr kurzen auf $^1/_5$ bis $^1/_4$ derselben erhöht werden.

Nach meinen Erfahrungen, die ich indess nicht als maassgebend hinstellen will, erhält man für terrestrische Objecte bezüglich der Lichtstärke ein günstiges Resultat, wenn ein Objectiv bei 13 Linien oder 29 mm Oeffnung je nach seiner Brennweite mit dem entsprechenden Ocular für eine 20 malige Vergrösserung eingerichtet wird; bei 9 Zoll (234 mm) Brennweite z. B. mit Ocular von 5 Linien (11 mm). Die Helligkeit ist dann für gewöhnlich ganz ausreichend. Rechnet man, dass seine Fläche 660 qmm hält und dividirt durch 20, so kommen auf eine Vergrösserungseinheit 33 qmm Fläche. Nehmen wir nun ein Objectiv von 18 Linien Oeffnung (40,6 mm), so ist dessen Fläche sehr nahe die doppelte an Grösse; demnach müsste dasselbe auch bei gleicher Helligkeit die doppelte Vergrösserung gleich 40 erhalten können. Die Erfahrung zeigt aber, dass man in dieser Proportion nicht fortschreiten darf und ein besseres Resultat erhält, wenn man an der Vergrösserung abbricht und dafür die Lichtstärke wachsen lässt. Der Grund ist der mit der Vergrösserung zunehmende Einfluss der Atmosphäre. Bedenken wir, dass die Luft, abgesehen von zeitweiligen zufälligen Verunreinigungen wie Staub, Rauch (Moorrauch) u. s. w. stets eine mehr oder weniger grosse Menge Wasserdampf enthält, oft so viel, dass derselbe als Nebel selbst dem freien Auge kein klares Sehen gestattet, so ist leicht einzusehen, dass die Lichtwellen, welche auf ihrer Bahn die unendliche Zahl kleiner Wassertröpfchen durchdringen müssen, theils nach anderen Richtungen reflectirt, theils absorbirt oder verschluckt werden, nicht mehr im Stande sind, am Ziel ein ganz reines Bild zu geben. Wird nun letzteres durch das Fernrohr vergrössert, so muss es natürlich im gleichen Verhältniss auch undeutlicher werden, und es kann sich ereignen, dass man mit blossem Auge mehr sieht als mit dem Fernrohr. Dagegen ist zuweilen, z. B. nach Gewitterregen, die Luft so klar, dass in Folge ihrer grossen Durchsichtigkeit Berge und andere Gegenstände um die Hälfte näher gerückt bezw. grösser erscheinen, worin ja der Grund der Unsicherheit in der Schätzung von Entfernungen liegt. Bei Sonnenschein werden die dunkler gefärbten Gegenstände der Erde mehr erwärmt als die helleren, in gleichem Maass die darüber befindliche Luft. Im Aufsteigen vermengen sich die dünneren und dichteren Schichten und bilden zitternde Ströme und Wellen, welche ebenfalls für ein deutliches Sehen höchst störend sind. Deshalb sind heisse Tage, namentlich morgens sehr ungeeignet für genaue Beobachtungen, zumal an solchen auch der Wassergehalt der Luft meistens bedeutend ist.

Stärkere Vergrösserungen müssen also einen Lichtzusatz erhalten, sei es durch grössere Oeffnung des Objectivs oder durch schwächere Vergrösserung des Oculars; für kurze Brennweiten der Objective kann man verhältnissmässig stärkere Oculare gebrauchen als für längere. Bei astronomischen Objecten, welche an sich lichtstark sind und ohnehin nur bei heiterem Himmel beobachtet werden, wo überdies das Licht meist kürzere Strecken der unteren unreinen Luftschichten zu durchlaufen hat, liegt die Sache anders; hier können starke Vergrösserungen ebenfalls mit Vortheil verwendet werden.

Zum Schluss will ich noch die neuen abgekürzten Fernrohre des Prof. Jadanza in Turin kurz in Betrachtung ziehen. (S. Central-Ztg. f. Optik No. 9 d. J.) Wenn wir in das besprochene Porro'sche Fernrohr anstatt der Convexlinse eine gleiche Concavlinse einsetzen, so haben wir das Jadanza'sche Fernrohr. Die dort verkürzte Aequivalentbrennweite wird hier verlängert d. h. also der Tubus verhältnissmässig verkürzt, die Vergrösserung vermehrt, die Lichtstärke vermindert. Der Verlust an letzterer muss also durch grössere Oeffnung des Objectivs ersetzt werden. Schon hieraus ist zu ersehen, dass man in der Verkürzung nicht zu weit gehen darf, weil sonst das Objectiv eine sehr

kurze Brennweite bei sehr grosser Oeffnung erfordert. Wir besitzen aber thatsächlich das Jadanza'sche Fernrohr schon seit 50 Jahren in den Dialyten des alten wackeren Plössl, welche in der Mitte des Rohrs ebenfalls eine zusammengesetzte Hohllinse enthalten. Als Objectiv hat Plössl eine einfache ungleichseitige Convexlinse angewandt und deren Abweichungen durch die stark übercorrigirte Hohllinse gehoben; da dieses aber ausser der Mitte nicht vollkommen zu erreichen ist, so hat er bei eingeschränktem Sehfeld durch die Oculare und deren Stellung nachgeholfen. Seine kleinen Dialyten haben nachstehende Verhältnisse: Die Objectivlinse hat 26 Lin. Oeffnung und 18,4 Zoll Brennweite; die halb so grosse corrigirende Hohllinse sitzt im Abstand von 10,7 Zoll davon entfernt; ihre negative Brennweite ist gleich 26 Zoll und ebensogross ist auch die Aequivalentbrennweite des ganzen Systems. Die Entfernung bis zum Bild — welche er Brennweite nennt — ist gleich 22 Zoll. Da für gewöhnlich den Objectiven von 26 Lin. Oeffnung die Brennweite von 27 Zoll gegeben wird, so hat Plössl mit seinen Dialyten 5 Zoll, oder etwa $^1/_5$ an Verkürzung gewonnen.

Diese Dialyten brachten mich bereits vor fünf Jahren auf die Idee, eine aplanatische Hohllinse mit einem eben solchen Objectiv zu verbinden. Ich liess zwei solcher Zerstreuungslinsen von 10 und 12 Zoll Brennweite ausführen, welche noch vorhanden sind, und mit welchen ich ein correctes Bild mit $^1/_4$ bis $^1/_5$ Verkürzung des Rohrs erhielt. Andere Arbeiten hinderten mich damals, die Sache weiter zu verfolgen. Für die Praxis kommt es nun darauf an, ob eine Verkürzung von $^1/_5$ bis $^1/_4$ — mehr wird aus triftigen Gründen kaum rathsam sein — so wie die etwas schwächeren Oculare vortheilhaft genug erscheinen, um den grösseren Kosten gegenüber diese Einrichtung wünschenswerth erscheinen zu lassen.

Für die Perro'schen Fernrohre ist dieselbe nicht verwendbar, weil sich der anallaktische Punkt nicht in die Mitte des betr. Instruments verlegen lässt.

Basisapparate und Basismessungen.

Von
Dr. **A. Westphal** in Berlin.

(Schluss.)

Die Erfahrungen, die bei den ersten beiden Messungen der Grundlinie gesammelt waren, wurden dazu benutzt, die dritte Messung wesentlich genauer zu gestalten. Zu derselben wurden drei Glasröhren von *20 Fuss* Länge und *1 Zoll* Durchmesser benutzt. Die Dicke des Glases ist nicht angegeben. Die Röhren sind in Holzkästen mit fischbauchförmigem Grundriss eingeschlossen; sie liegen in denselben ausser in der Nähe der Enden noch auf drei Lagern, bei $^1/_4$, $^1/_2$ und $^3/_4$ der Länge; auf dem mittleren sind sie befestigt und können sich nach beiden Seiten frei ausdehnen. Die Höhe der hölzernen Lagerstücke wurde so gewählt, dass die Glasröhren genau gerade waren, wenn die Umschlusskästen mit ihren Enden auf den Stativen auflagen und also durch ihr Eigengewicht etwas durchgebogen wurden. Bei $^1/_4$ und $^3/_4$ der Länge ist in jedem Kasten ein Thermometer eingelassen, dessen Scale sich über der Oberfläche des Kastens befindet und dessen unter 90° zur Scale angeschmolzenes Quecksilbergefäss etwa *2 Zoll* in den Kasten hineinragt, so dass die Kugeln noch *5 Zoll* von den Glasröhren entfernt sind. Um die Röhren vor den directen Sonnenstrahlen zu schützen, wurden die Kästen mit brauner Glanzleinewand überzogen, wodurch der beabsichtigte Zweck wohl nicht erreicht worden ist. Die Kästen sind von allen Seiten verschlossen, nur an den Stirnflächen befinden sich kreisrunde Oeffnungen, durch welche die Stangenenden heraus-

ragen, das eine feste Ende *0,7 Zoll*, das andere mit einer beweglichen Contactvorrichtung versehene Ende *0,9 Zoll.* Die Einrichtung der Stangenenden (Fig. 9) ist folgende: An beiden Enden ist ein Kork *a* von bestem Material so genau in die Glasröhre eingelassen, dass er gerade hineingebracht werden konnte, ohne das Glas zu sprengen. In diesen Kork ist ein dünnwandiger Messingcylinder eingepasst, dessen eine dem Stangenende zugewandte Grundfläche offen ist; derselbe enthält einen Stahlbolzen *c*, der am festen Stangenende in die innere Grundfläche des Cylinders eingeschraubt ist; der Stahlbolzen endlich endet nach aussen in einen stärkeren Ansatz von Glockenmetall *b*, der genau in die Bohrung des Messingrohres passt und in einen Knopf *k* aus demselben Material, der die Glasröhre genau schliesst und dessen

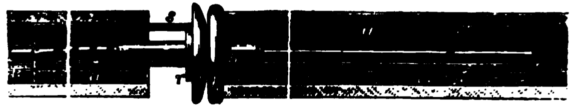


Fig. 9. 1/2 d. wirkl. Gr.

äussere ebene Fläche senkrecht zur Röhrenaxe steht. Am beweglichen Ende ist die innere Endfläche des Messingrohres nicht verschlossen, sondern mit einer kreisrunden Bohrung versehen, durch welche der Stahlbolzen *c* hindurchreicht und frei gleiten kann. Vor dem Herausfallen in seiner äussersten Stellung wird er durch einen in der Figur nicht sichtbaren dreieckigen Ansatz in dem Messingcylinder gehalten. Um den Stahlbolzen ist eine schwache Spiralfeder gewickelt, welche sich gegen die Verstärkung *b* des Bolzens anlegt; die Verstärkung *b* geht in einen Knopf *l* mit schwach convexer Endfläche über. An dem Knopfe *l* ist nach Innen ein Ring *r* befestigt; an diesem befindet sich ein horizontaler prismatischer Fortsatz *s*, der in einem passenden Ausschnitt des Korkes verschiebbar, auf seiner oberen Fläche mit Elfenbein belegt ist und oben als Index eine schwarze Linie trägt, welcher eine im Innern der Glasröhre mittels Diamant eingerissene Linie entspricht. Die Länge der Stange ist so etalonnirt, dass bei Coincidenz dieser beiden Linien und bestimmter Temperatur (68,°7) die Entfernung vom Mittelpunkt der ebenen Endfläche des festen Endes nach der Mitte der convexen Endfläche des beweglichen Endes *20 Fuss* beträgt.

An den Kästen, welche die Stangen umschlossen, waren an jedem Ende zwei Räder *r* angebracht (Fig. 10), deren Axen von je zwei an den Aussenwänden der Kästen befestigten Rahmen *a* gehalten wurden; die Räder konnten mittels einer Höhenschraube *s* gehoben und gesenkt werden; geschah letzteres, so ruhte die Stange auf den Rädern und konnte auf den Böcken bis nahe zur richtigen Stellung sanft verschoben werden. Nachdem dies erreicht war, wurden die Räder gehoben und die Stange ruhte nun auf den unten am Holzkasten der sicheren Auflage wegen befestigten Querhölzern *B*. Für die letzte Feinstellung der Stange, Contact der sphärischen Fläche des beweglichen Endes mit der ebenen Endfläche des festen Endes bei der Coincidenz der beiden Indices diente die auf der oberen Fläche der Kästen angebrachte Schraubenvorrichtung. An dem einen Ende des Kastens war ein verticaler Ständer *c* angebracht, an dem

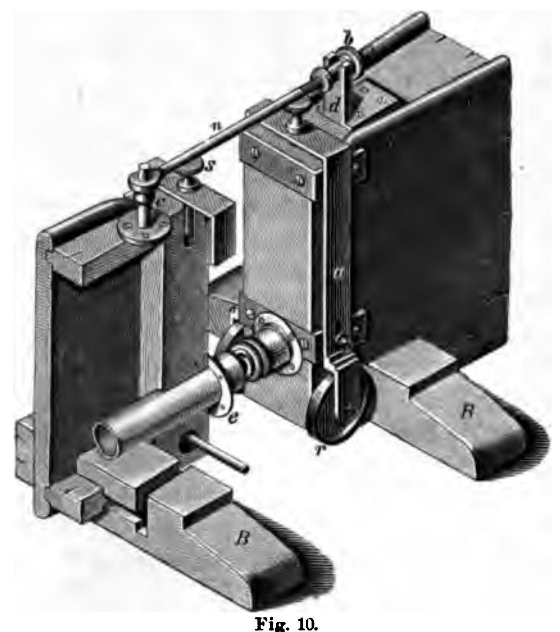


Fig. 10.

andern ein kleiner gleichfalls verticaler Ständer *d*, welcher oben, senkrecht zu seiner

Längsaxe, gegabelt war. Eine Stange *n*, die an ihrem rechten Ende mit Gewinde versehen war, wurde mittels einer Oese an ihrem linken Ende an den Ständer *c* angehakt und ihre mit zwei Ansätzen versehene Mutter *b* zwischen die Zinken der Gabel *d* eingegelegt. Durch Drehen der Mutter *b* in einem oder dem andern Sinne konnte die erwähnte Feinstellung in der Richtung der Basislinie sanft bewirkt werden. Eine Feinbewegung senkrecht zur Basis ist dagegen nicht vorgesehen, General Roy hat hierbei auf Erreichung der äussersten Genauigkeit keine Rücksicht genommen. Ein Holzkasten mit Glasröhre wog 61 Pfund. Die übrigen Einrichtungen waren dieselben wie bei den früheren Messungen, doch wurde beim Ablothen etwas anders verfahren als früher, indem die Lothungen immer an dem festen Endpunkte einer Stange vorgenommen wurden. Um dies ausführen zu können, musste die betreffende Stange an einem zwischenliegenden Punkte provisorisch gestützt werden, um an ihrem Endpunkte den die Lothung hindernden Bock wegnehmen zu können. Als Etalon diente wieder das Messing-Normal in Verbindung mit der mehrfach erwähnten starken Holzplanke; mit Hilfe derselben wurde auch die stählerne *100 Fuss*-Kette noch einmal bestimmt. Um die Ausdehnungen der Messstangen in Folge der Temperaturschwankungen besser berücksichtigen zu können, als es bei den Messungen mit den Holzstäben hatte geschehen können, bestimmte General Roy die Ausdehnungen der in Betracht kommenden Maasse auf das Genaueste mittels eines von Ramsden construirten Mikroskop-Pyrometers.[1]) Die mit Hilfe dieses Apparates erzielten Ausdehnungs-Coefficienten unterschieden sich von den heute angenommenen nicht wesentlich; Roy erhielt als Ausdehnungs-Coefficient pro Meter und Centigrad in Mikron für

sein Messing-Etalon	von *3,5*	*Fuss*	Länge:	18,56
eine Messingplatte	„ *5*	„	„	18,94
einen Stahlstab	„ *5*	„	„	11,45
einen Gusseisenstab	„ *5*	„	„	11,11
ein Glasrohr	„ *5*	„	„	7,76
einen festen Glasstab	„ *3,37*	„	„	8,08.

Mittels der Glasmaassstäbe wurde also die Basis ein drittes Mal gemessen, in der Zeit vom 18. bis 30. August; die Messung geschah in umgekehrter Richtung wie bei den beiden ersten Malen. Die ersten 1000 Fuss der Basis maass man gleichzeitig mit der Kette, um beide Apparate mit einander vergleichen zu können. Hierbei wurde die Temperatur der Kette mittels fünf Thermometer bestimmt. Nach Anbringung aller Correctionen betrug die Differenz zwischen den beiden Messungen nur *0,021 Zoll*. General Roy zog hieraus in der Folge den Schluss, dass die Messung mit der Kette derjenigen mit den Glasmaassstäben genau gleichwerthig sei und dass man deshalb der rascher arbeitenden Kette den Vorzug geben könne; die gemessene Strecke ist aber wohl zu klein, um diesen Schluss zu rechtfertigen. Im Verlaufe der Messung wurden die beiden oben erwähnten im Terrain festgelegten Referenzpunkte passirt; die Differenz zwischen Glas- und Holzstäben betrug bei der ersten Strecke von *3100 Fuss* nur *0,831 Zoll*, bei der zweiten von *11200 Fuss* aber *2,725 Zoll*; das Anwachsen der Differenz ist fast genau proportional der Länge der gemessenen Strecke, so dass wohl ein constanter Fehler zu vermuthen ist. Das Endergebniss der dritten Messung betrug nach Anbringung aller Reductionen *27404,72 Fuss*, *1,88 Fuss* weniger als die Messung mit den Holzmaassstäben; leider sind beide Operationen nur je einmal ausgeführt, so dass sich aus der Messung selbst kein Schluss auf die Genauigkeit ziehen lässt. Man kann bei der grösseren Genauigkeit des Apparates und der erhöhten Sorgfalt, welche auf die Ermittlung der Temperaturcorrection verwandt ist, nicht zweifelhaft sein, dass die Messung mit den Glasstäben den

[1]) Eine genaue Beschreibung und Besprechung desselben findet sich in *Wüllner's Experimentalphysik.* 2. Aufl. III. 29.

Vorzug verdient. Gleichwohl ist auch diese Messung nicht einwandsfrei; abgesehen von den Mängeln der Temperaturbestimmung, die uns heute einleuchtender sind als es bei Roy der Fall sein konnte, soll hier nur auf die Fehler hingewiesen werden, die aus der Contactbeobachtung resultiren können und die durch die Natur des Mechanismus, durch welchen die Feinbewegung in der Richtung der Basislinie erfolgte, begünstigt wurde. General Roy ist übrigens diese Fehlerquelle nicht entgangen. Ein genaueres Studium derselben hätte unschwer durch vergleichende Messungen mittels der Coincidenz-Methode, wozu sich die Glasstäbe leicht hätten adaptiren lassen, geschehen können.

Auf die Messung der Basis von Hounslow-Heath folgt in den nächsten Jahren die Winkelmessung. Um eine Controle für die geodätischen Operationen zu haben, beschloss General Roy, eine Verifications-Basis einzuschieben. Dieselbe wurde von Fiddes und Bryce in der Zeit vom 15. October bis 4. December 1787 bei Romney Marsh,[1]) am Canal unmittelbar an der englischen Küste, gemessen, leider nur einmal. Da General Roy sich scheute, die Glasstäbe dem weiten Transport auszusetzen, die Messung mittels Kette der mit den Glasstäben, wie oben schon erwähnt, für gleichwerthig hielt, ja eher noch geneigt war, ihr mit Rücksicht auf die Fehler der Contactmessung den Vorzug zu geben, so liess er diese Basis mit der Kette messen. Hierbei lag die Kette in fünf Holzkästen von derselben Form, wie diejenigen, in denen die Glasstäbe während der Basismessung bei Hounslow-Heath ruhten. Jeder Kasten lag auf fünf starken oben mit Eisen beschlagenen Pfählen, die bei jeder Lage in den Boden eingerammt wurden; ausserdem befanden sich bei jeder Lage hinter bezw. vor dem Anfangs- und Endpunkt je ein Pfahl, der die Apparate zur Streckung der Kette trug, Anfangs- und Endpfahl einer Kette trugen ferner fein getheilte Messingplatten, die in der Richtung der Basislinie mikrometrisch verschoben werden konnten und diesen entsprachen an den Anfangs- und Endringen der Kette Indices, deren Stellung auf den Messingplatten abgelesen wurde, wenn die Kette horizontal gespannt war. Die Temperatur der Kette wurde durch fünf Thermometer bestimmt, von denen in jedem Kasten eins angebracht war. Die Horizontalität einer Kettenlage wurde nicht besonders bestimmt, sondern nur die Oberflächen der Unterlagspfähle in derselben Weise in eine Horizontale gebracht, wie dies bei der Basis von Hounslow-Heath geschehen war. Alle diese Operationen nahmen begreiflicher Weise sehr viel Zeit weg, so dass die Messung langsam vor sich ging; an einem Tage wurden durchschnittlich nur neun Ketten gelegt, also nur *900 Fuss* gemessen. Trotz der grossen Sorgfalt zeigten indess die Etalonnirungen der Kette vor und nach der Basismessung ein Element der Unsicherheit, das bei einem Apparat wie die Kette erwartet werden musste. Die Länge der Kette war vor der Messung bei 55° F. (13° C.) mittels des Messingnormals und des grossen Ramsden'schen Holzetalons bestimmt worden; nach der Basismessung ergab eine neue bei 39° F. (4° C.) ausgeführte Vergleichung, dass mit Berücksichtigung der anzubringenden Temperaturcorrectionen die Kette um *0,023 Zoll* länger geworden war. Man musste annehmen, dass die Verlängerung während der Messung proportional der Zeit vor sich gegangen war, brachte daher die Hälfte des obigen Betrages an die ursprünglich bestimmte Länge der Kette an und reducirte mit diesem Werthe die Basismessung. Als Ausdehnungscoefficient der Kette wurde der Betrag von *11,45 Mikron* pro Centigrad, den General Roy für Stahl bestimmt hatte, angenommen. Der Ausdehnungscoefficient wurde während der Messung — in roher Weise — täglich auf folgendem Wege controlirt: Wurde am Abend die Messung unterbrochen, so blieb die letzte Kette in gespannter Lage liegen und man las vor dem Weggehen noch einmal die Stellung der Indices auf den Metallscalen, sowie die Thermometer ab; wurde dann am nächsten Morgen die Messung fort-

[1]) Phil. Trans. 1790. S. 111.

gesetzt, so konnte man aus etwaigen Verschiebungen der Indices in Verbindung mit den Temperaturablesungen den Ausdehnungscoefficienten angenähert ermitteln. Die Endpunkte der Basis sowie die Centren der Anschlussstationen wurden in derselben Weise, wie es bei Hounslow-Heath geschehen war, unterirdisch festgelegt.

Die Länge der Basis von Romney Marsh betrug nach Anbringung aller Reductionen, Temperatur, Reduction auf das Meeresniveau, *28532,92 Fuss*. Die Grundlinien von Hounslow Heath und Romney Marsh sind durch 24 Dreiecke verbunden. Aus ihnen erhält man, von der ersteren Basis und zwar der durch die Glasstäbe bestimmten Länge ausgehend, die Basis von Romney Marsh nur um *4,5 Zoll* kleiner als die direct gemessene Linie, also eine recht gute Uebereinstimmung. Von hier führen acht Dreiecke nach Dover und Fairlight; dann sind diese Englischen Küstenpunkte durch vier Dreiecke mit drei Punkten der Französischen Küste verbunden und endlich gehen von hier noch sechs Dreiecke bis zur Französichen Basis von Dünkirchen; letztere ist also durch 42 Dreiecke mit der von Hounslow Heath verbunden.[1]) Aus der Englischen Basis abgeleitet ergab sich die von Dünkirchen zu *39808,7 Fuss (6225,4 Toisen)*. während die Französischen Astronomen dieselbe Basis durch eine Kette von 24 Dreiecken, von der Pariser Basis ausgehend zu *39809,9 Fuss (6225,6 Toisen)* erhielten. Die beiden Werthe stimmen überraschend gut mit einander, differiren aber beide ziemlich stark von der im Jahre 1739 direct gemessenen Länge der Basis, die *6224,36 Toisen* betrug. Die Ursache dürfte an den beiden sehr schlechten Anschlussdreiecken liegen, welche die erste Hauptseite mit der Basis verbinden und auf die schon bei der Schilderung der Französichen Grundlinien aufmerksam gemacht worden ist; dies wird auch dadurch wieder bestätigt, dass man von der Dünkirchener Basis aus durch eine Kette von 16 Dreiecken mit der ziemlich grossen Differenz von *3 Fuss* an der Basis von Romney Marsh ankommt.

General Roy hatte die Absicht, an diese erste kleine wissenschaftliche Messung Englands eine genaue Triangulation des ganzen Landes anzuschliessen; er starb jedoch bald nach der Messung der Basis von Romney Marsh und sein Werk blieb mehrere Jahre liegen, bis im Jahre 1791 auf Veranlassung des Herzogs von Richmond sein Plan von Williams, Mudge und Dalby[2]) wieder aufgenommen und weitergeführt wurde, von denen Mudge die wissenschaftliche Leitung des Ganzen hatte. War die frühere Messung auf den südöstlichen Theil des Landes beschränkt gewesen, so dehnte man nun die Arbeiten auf den südwestlichen Theil aus, um dann nach Norden vorzudringen. Die Messung des südlichen Theiles von England gründet sich auf drei Grundlinien, die ziemlich nahe bei einander liegen, die erste bei Hounslow Heath, die zweite von Salisbury, die dritte im Sedgemoor, südlich von Bristol; letztere sollte den südwestlichen Theil der Dreiecke controliren; da sich aber in Cornwallis kein geeignetes Terrain fand, musste die Basis soweit nördlich und östlich gelegt werden, dass sie eigentlich ihrem Zwecke nicht mehr entspricht. Die erstgenannte Basis von Hounslow Heath ist nicht die von General Roy gemessene; Mudge nahm eine Neumessung vor, weil er in dem Roy'schen Verfahren mehrere principielle Fehler sah. Bei der Messung hatten Anfangs- und Endpunkt je zweier Messstäbe auf einem Stativ gelegen; wurde nun die hintere weggenommen, so drückte das Gewicht der vorderen nunmehr einseitig auf das Stativ, hieraus entstand eine Aenderung der Lage dieser Stange, welche ein fehlerhaftes Resultat herbeiführen musste. Dasselbe musste der Fall sein, wenn die 20 Fuss langen nur an ihren Enden unterstützten Glasstäbe eine Durchbiegung erlitten; letzteres hatte zwar Roy durch die Lagerung der Stäbe in den Umschlusskästen unmöglich machen wollen, aber

---

[1]) Exposé des Operations faites en France en 1787 pour la jonction des Observatoires de Paris et de Greenwich. Par M. M. Cassini, Méchain et Le Gendre. Paris 1792. 4°. — [2]) Phil. Trans. 1795. S. 414.

es blieb zweifelhaft, ob dies ganz gelungen war. Mudge suchte indess nicht durch Hebung dieser leicht zu beseitigenden Uebelstände die Messung mit den Glasstäben zu vervollkommnen, sondern nahm die Neumessung mit der Kette vor.[1]) Er liess zu diesem Behufe zwei Stahlketten von je *100 Fuss* Länge, aus 40 Gliedern von je *2,5 Fuss* bestehend, die im Uebrigen dieselben Einrichtungen hatten, wie die von Roy benutzte Kette, anfertigen. Ein Fortschritt gegen früher lag in dem Umstande, dass die Holzkästen, in denen die Ketten lagen, nicht mehr mit brauner Glanzleinewand, sondern mit weisser Leinewand bedeckt waren. Ein weiteres Element der Unsicherheit suchte Mudge dadurch zu beseitigen, dass er das bisher stets benutzte Holznormal aufgab und dafür einen *20 Fuss* langen Gusseisenstab anwandte, mittels dessen die Längen der Ketten bestimmt wurden. Hierbei ruhten Etalon und Kette auf einer Seitenfläche eines starken Holzbalkens, der mittels Schrauben und Niveau horizontal gestellt werden konnte; der Etalon ruhte frei auf 22 Armen, die Kette lag unter dem Etalon und parallel zu demselben auf Rollen; auf dem Etalon war durch Messingstifte die Entfernung von *20 Fuss*, abgeleitet aus dem Ramsden'schen Messingnormal, festgelegt. Von diesen Fixpunkten hingen feine Lothfäden auf die Kette herab, welche fünfmal unter diesen Lothen hinweg verschoben wurde; etwaige Abweichungen von *100 Fuss* wurden hierbei mittels eines Mikroskopes, das noch Tausendtel-Zoll zu schätzen gestattete, ermittelt. Ausserdem wurden die Ketten öfter mit einander verglichen; hierbei waren dieselben gerade so gelagert und ausgespannt wie bei der Messung; war die Stellung der Indices der einen Kette auf den Metallscalen abgelesen, so wurde sie weggenommen und schnell die zweite aufgelegt und ausgespannt. Es lag in der Absicht, beide Ketten zur Messung zu benutzen; gleich im Anfang wurde die Kette *B* aber defect, musste von Ramsden reparirt werden und wurde von da ab nur zur Vergleichung mit der Kette *A* benutzt; man glaubte dadurch das Verhalten der Kette *A* während der Messung sicher controliren zu können; Mudge fand, dass die Kette *A* während der Basismessung um *0,035 Zoll* länger geworden war. Um den Ausdehnungscoefficienten der Ketten zu ermitteln, wurden sie ebenso aufgelegt und ausgespannt wie bei der Messung und man las nun die Stellung der Indices auf den Messingscalen bei verschiedenen Temperaturen ab; hierbei waren die Ketten den vollen Sonnenstrahlen ausgesetzt; die fünf Thermometer wichen oft beträchtlich von einander ab, bis zu 7° F.; Mudge erhielt als Ausdehnungscoefficienten der Ketten *11,25 Mikron*; General Roy hatte bei seiner Kette mit *11,45* gerechnet. Das Verfahren bei der Messung war ganz dasselbe wie früher; die von Roy unterirdisch festgelegten Endpunkte, Holzcylinder, die sich übrigens noch unversehrt vorfanden, wurden durch Kanonenrohre ersetzt. Als Länge der leider nur einmal gemessenen Basis von Hounslow-Heath erhielt Mudge *27404,315 Fuss*; General Roy hatte 1784 *27404,72 Fuss* mittels der Glasstäbe erhalten; dieser Betrag reducirt sich nach Verbesserung eines Rechenfehlers, auf den Mudge aufmerksam machte, auf *27404,084 Fuss*, so dass die Messungen von 1784 und 1791 nur um *0,231 Fuss* differiren. Mudge nimmt aus beiden Werthen das Mittel und geht mit dem Betrage von *27404,2 Fuss* in die Rechnung ein.

Von der Basis bei Hounslow-Heath führt eine Kette von 12 Dreiecken nach der von Salisbury. Die Messung derselben, im Jahre 1794, ging in derselben Weise vor sich wie die frühere Basismessung. Erwähnt mag nur noch sein, dass behufs genauerer Bestimmung der relativen Höhenlagen an dem Passageninstrument eine besondere Vorrichtung angebracht wurde; das Fernrohr des Instrumentes war mit einem Gradbogen versehen, dessen Neigung durch ein am Fussgestell befestigtes Mikroskop abgelesen wurde. Die Basis von Salisbury ist leider auch, ebenso wie die noch zu erwähnenden, nur einmal gemessen. Ihre auf das Niveau der Basis von Hounslow-Heath bezogene

[1]) Der in dem Referat über den „neuen Basisapparat der Nordamerikanischen Landesvermessung" auf S. 318 d. Jahrg. erwähnte Mudge-Contact bezieht sich nicht auf den Roy'schen Apparat, sondern wurde erst später construirt.

gemessene Länge betrug *36574,4 Fuss*, die aus der Dreieckskette errechnete Länge *36574,3 Fuss*, was die äusserst geringe Differenz von *0,1 Fuss* ergiebt.

Die weitere Messung im südwestlichen Theile des Landes wurde durch die Basis von Segdemoor[1]) von *27680,145 Fuss* Länge controlirt, die zu diesem Zwecke, wie schon erwähnt, nicht günstig lag; ausserdem mussten die Messungen auch auf schwankendem Moorboden vorgenommen werden, der den Apparaten keine sichere Aufstellung gewähren konnte. In der That weicht auch die gemessene Länge von der durch einige Dreiecke errechneten um mehrere Fuss ab. Mudge giebt denn auch dieser Basis einen bedeutend grösseren wahrscheinlichen Fehler, $^1/_{30000}$ der Länge, als den übrigen Grundlinien, deren Fehler er auf $^1/_{100000}$ der Länge schätzt. Bezüglich der Messungsoperationen ist bei dieser Basis nur noch zu erwähnen, dass zur Messung kleinerer Intervalle ausser der *100 Fuss*-Kette noch eine ganz gleiche *50 Fuss*-Kette zur Anwendung kam.

Den zu rein praktischen Zwecken dienenden Triangulationen liess Mudge noch eine Gradmessung in den Jahren 1801 bis 1803 folgen,[2]) die sich von Dunnose auf der Insel Wright über einen Breitenbogen von 2° 50′ bis Clifton erstreckte. Hier wurde im Jahre 1801 die Basis von Misterton Carr gemessen, über die bezüglich der Messoperationen nichts Besonderes zu erwähnen ist; sie wurde eben in derselben Weise gemessen wie die früheren Grundlinien, und ihre Genauigkeit ist daher auch dieselbe wie die der anderen. Ausgehend von den Grundlinien bei Hounslow Heath und Salisbury durch je etwa 30 Dreiecke erhält man als Differenz zwischen der gemessenen und gerechneten Länge *1 Fuss*. Die Länge der Basis beträgt *26342,712 Fuss*. — Es ist hier nicht der Ort, auf die Anomalie hinzuweisen, welche die Gradmessung von Mudge bezüglich der Figur der Erde ergab, Ergebnisse, welche die Geodäsie lebhaft beschäftigten und in der Folge dazu führten, dass die geodätischen Messungen in England, besonders die Basismessungen, mit erheblich genaueren Apparaten unternommen wurden; auf diese Arbeiten werden wir in einem späteren Abschnitte dieser Abhandlung einzugehen haben.

Wir gehen jetzt zu den Messungen in Schweden über. Die erste geodätische Operation in Schweden, die Lappländische Gradmessung unter Maupertuis haben wir bereits besprochen. Wir haben die dieser Messung zu Grunde liegende Basis mit starken principiellen Fehlern behaftet gesehen, haben aber auch bemerken können, dass Maupertuis selbst schon daran dachte, seine Messung zu wiederholen. Die Ueberzeugung von der Nothwendigkeit einer solchen Nachmessung wurde später immer allgemeiner; hauptsächlich beargwöhnte man die Basismessung, wie aus einem Briefe von Triesnecker an Zach hervorgeht. Auf Veranlassung von Melanderhielm[3]) wurde im Jahre 1800 Svanberg von der Stockholmer Akademie nach Lappland geschickt, um das Terrain der Maupertuis'schen Gradmessung zu recognosciren und eine vorläufige Revision vorzunehmen. Auf Grund von Svanberg's Berichten über diese Reise wurde eine umfassende Neumessung des Lappländischen Gradbogens angeordnet und in den Jahren 1801, 1802 und 1803 unter Leitung von Svanberg und Mitwirkung von Oefverbom, Holmquist und Palander ausgeführt.[4]) Die Basis dieser Gradmessung liegt auf demselben Terrain wie die von Maupertuis; die beiden Grundlinien lassen sich aber nicht mit einander vergleichen, da die Endpunkte der alten Basis nicht reconstruirt werden konnten. Die Apparate, mit welchen die Grundlinie gemessen worden ist, zeigen das Bestreben nach möglichster Genauigkeit und lehnen sich an frühere Basisapparate an; sie lassen indess manche unabhängige Abweichungen erkennen, die aber nicht immer glücklich gewählt sind. — Als Messstangen dienten fünf Stäbe aus gehämmertem Schmiedeeisen von rechteckigem Querschnitt und etwas über *6 m* Länge. An den Enden waren die Stäbe auf eine kleine

[1]) Phil. Trans. 1800. S. 539. — [2]) Phil. Trans. 1803. S. 383. — [3]) Zach, Monatl. Corr. *1.* 113. 139. Gotha 1800. — [4]) Exposition des opérations faites en Lapponie pour la détermination d'un arc du méridien en 1801, 1802 et 1803. Par J. Svanberg. Stockholm 1805.

Strecke bis zu ihrer halben Breite ausgeschnitten; der hierdurch entstehende Vorsprung war mit Silber belegt und trug eine zur Stangenlänge senkrechte feine Linie; die Ausschnitte waren so eingerichtet, dass, wenn man bei der Messung die beiden an einander grenzenden Endstriche zu einer Linie coincidiren liess, die Mittellinien der Stäbe im Alignement sein konnten. Als Etalons zur Bestimmung der Länge der Messstangen dienten eine Copie der *Toise du Pérou*, sowie ein Doppelmeter, beide von Lenoir unter Aufsicht des *Institut national de France* angefertigt. Bei der ersten Etalonnirung eines Messstabes verfuhr Svanberg sehr sorgfältig. Ein mikrometrischer Stangenzirkel wurde genau auf die Länge des Doppelmeters gestellt; um dies recht genau ausführen zu können, wurden, da das Doppelmeter Endmaass war, nach dem in der *Base du système métrique* geschilderten Verfahren Anschiebe-Prismen von demselben Querschnitt wie das Doppelmeter mit diesem durch Schrauben verbunden. Hierdurch entstanden an den Endflächen des Doppelmeters feine Linien, so dass das Endmaass zum Strichmaass wurde; man erreichte hierdurch eine sichrere Einstellung des Stangenzirkels. Die auf diese Weise erhaltene Länge von zwei Metern wurde längs eines ausgespannten Seidenfadens dreimal auf dem Stabe abgetragen und die entstehenden Endpunkte markirt. Ferner wurde untersucht, ob die Oberfläche des Stabes in ihrer ganzen Länge eben war, um zu erkennen, ob an die festgelegte Stangenlänge noch eine Correctur anzubringen sei; zu diesem Behufe wurden die Endpunkte zunächst mittels eines *6 m* langen Niveaus horizontirt; dann wurde mittels eines Niveaus von *2 m* Länge die relative Höhenlage zweier Zwischenpunkte untersucht und hieraus gefunden, dass an die Stangenlänge von *6 m* noch eine Correction von — *0,0015 mm* anzubringen sei. Diese Correction kann indess auf die beschriebene Weise nicht verbürgt werden; Svanberg scheint dies auch eingesehen zu haben, denn bei der Etalonnirung der übrigen vier Stäbe wandte er ein einfacheres Verfahren an. Er liess einen grossen hölzernen Stangenzirkel von *6 m* Länge (Fig. 11) anfertigen; mittels

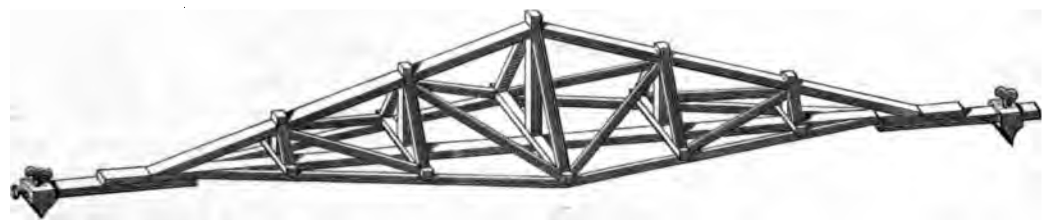


Fig. 11.

desselben wurde die Länge von *6 m* auf einmal auf die vier Stäbe übertragen; hierbei herrschte eine Temperatur von — 13° C., während bei der Etalonnirung die Temperatur + 0,3° C. betragen hatte. Die hierauf nöthige Reduction auf die Normaltemperatur von + 13° R. wurde nach dem von General Roy für Schmiedeeisen bestimmten Ausdehnungscoefficienten in Rechnung gezogen; auch die bei der Messung herrschende Temperatur wurde bei der Reduction berücksichtigt; zu diesem Zwecke hatte man bei jeder Lage der fünf Stangen ein in der Mitte der mittelsten Stange angebrachtes Thermometer abgelesen. Um die Temperatur des Stabes richtig zu erhalten, liess man das Quecksilbergefäss des Thermometers in Quecksilber tauchen, welches sich in einem mit der Stange fest verbundenen Behälter befand und daher mit der Stange in unmittelbarer Berührung stand.

Als Unterlage der Messstangen diente die Einrichtung Fig. 12: Auf dem Balken *AB*, der durch den Bogen *FG* versteift ist, sind drei verticale Messingplatten *C* *D* und *E* befestigt. Dieselben tragen zur Aufnahme der Messstäbe Einschnitte und etwas unterhalb und in gleicher Entfernung von diesen feine Durchbohrungen.

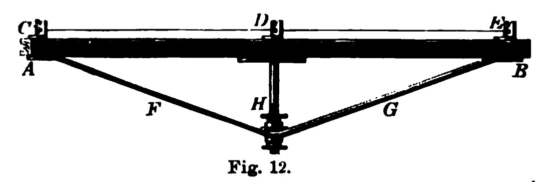


Fig. 12.

Durch letztere wird ein feiner Seidenfaden gespannt; ist dieser nun mittels mikro-

metrischer Verschiebungen, deren die Platte D im azimuthalen Sinne fähig ist und mit Hilfe der Schraube H, welche etwaige verticale Ungleichheiten beseitigt, zu einer geraden Linie justirt, so soll auch der Stab seiner ganzen Länge nach eine gerade Linie bilden. Svanberg wollte sich auf diese Weise vor Biegung schützen. Die ganze Vorrichtung lag nun bei der Messung mit ihren Enden auf Stativen auf, die in der Höhe sowie in der Richtung senkrecht zur Basislinie verschiebbar waren, so dass zwei aneinander grenzende Stäbe in dieselbe Horizontale sowie in das Alignement gebracht werden konnten. Um die Endlinien der Stäbe mit einander in Coincidenz bringen zu können, war an dem einen Ende des Balkens $A\,B$ eine hebelartige Vorrichtung angebracht, welche mit dem unteren Theile der Messstange in Verbindung stand und dieser eine Bewegung von *5 mm* in der Richtung der Basislinie zu machen gestattete.

Bei der Messung wurden die Stäbe nicht genau horizontal gelegt, sondern man folgte dem Terrain und bestimmte die Neigung der Messstäbe mittels eines Niveausectors. Derselbe, Fig. 13, besteht aus einer Unterlagsplatte A, auf welcher der getheilte Sector B befestigt ist. In der um C drehbaren Alhidade $C\,D$ ist das Niveau eingelassen. Durch Drehung der Alhidade wird das Niveau zum Einspielen gebracht, die Stellung der Alhidade am Sector abgelesen und hieraus die Neigungscorrection berechnet. Das Niveau wurde nicht in der Mitte der Stange aufgesetzt, sondern an den beiden Enden, wo zu diesem Zwecke Lager angebracht waren; bei jeder Lage einer Stange musste also der Niveausector zweimal abgelesen werden.

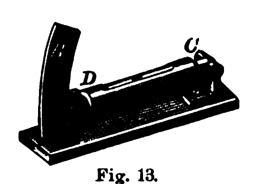


Fig. 13.

Die Einrichtungen für das Alignement waren ziemlich einfach. Ein gewöhnliches Fernrohr, das in dem entsprechend geformten Ausschnitt eines Gestells ruhte, wurde auf ein entferntes Signal gerichtet und dann die beiden Lager für den Niveausector mittels der Stativschrauben in die optische Axe des Fernrohrs gebracht. Ob, wie wahrscheinlich, die Höhenlage des Fernrohrs je nach dem Terrain verändert werden konnte, ist nicht angegeben.

Einer originellen Vorrichtung bediente sich Svanberg zur vorübergehenden Fixirung der Zwischenpunkte. Auf einer Messingplatte $a\,b$ (Fig. 14) ist ein Niveau angebracht; senkrecht zur Platte erhebt sich ein Messingstab von *92 cm* Länge, auf welchem eine feine Linie $c\,d$ angebracht ist, deren Verlängerung die Spitze des eisernen Dorns e bildet. Beim Abbrechen der Messung wurde nun dieser Apparat mit seiner eisernen Spitze so in zusammengeballten Schnee befestigt, dass die Linie cd im Alignement war; mittels eines in Millimeter getheilten Maassstabes, der noch Zwanzigstel-Millimeter abzulesen gestattete, wurde endlich die Entfernung der Linie $c\,d$ von der Endlinie der letzten Stange bestimmt. Diese, sowie der Ablothungsapparat blieb dann stehen, bis die Messung später fortgesetzt wurde. Die Mängel dieser Einrichtung, die unsichere Aufstellung des Apparates, liegen auf der Hand; in Zach's *Monatl. Corr. 13. S. 342* wurde auch alsbald auf sie hingewiesen.

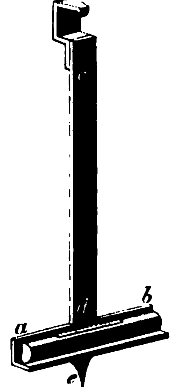


Fig. 14.

In dieser Weise wurde die Basis auf dem Eise des Tornea-Flusses im Februar, März und April 1802 gemessen; die Temperatur war während der Messung sehr niedrig, sie sank häufig auf — 50° C.; die mittlere Temperatur war — 4,°3 C.; es ist daher die Anwendung des Roy'schen Ausdehnungscoefficienten, der nicht bei so niedrigen Temperaturen bestimmt worden ist, nicht gerechtfertigt. Die Basislänge beträgt nach Anbringung aller Correctionen, wegen Neigung, wegen Temperatur, Reduction auf das Centrum der Festlegungen, auf das Meeresniveau, *14451,116 Meter*. Die Grundlinie ist leider nur einmal gemessen; man hat daher keinen directen Anhalt zur Beurtheilung der Güte der Messung. Es ist zwar eine Verificationsbasis mit hölzernen Messstangen gemessen

worden und auch mitgetheilt, dass die beiden Grundlinien mit einander gut übereingestimmt hätten, aber es finden sich keine nähere Angaben hierüber.

Eine im Jahre 1812 von Major Thersner bei Ystad gemessene Basis mag noch erwähnt werden, die der Triangulation im südlichen Schweden zu Grunde gelegt wurde. Ueber die Einzelheiten der Messung sind nur kurze und wenig klare Mittheilungen gemacht worden, auf die wir nicht näher eingehen wollen.[1]) Die Basis ist nur einmal gemessen und hatte eine Länge von *20907 Schwed. Fuss.*

Die nach dieser Zeit in Schweden gemessenen Grundlinien bleiben einer späteren Besprechung vorbehalten.

In Dänemark wurden geodätische Operationen wissenschaftlichen Ranges, nachdem Prof. Koefod 1754 mit einigen Messungen vorangegangen war, erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von Th. Bugge[2]) ausgeführt, welcher eine Triangulation des ganzen Landes vornahm. Die Messungen begannen auf der Insel Seeland; das über dieselbe ausgespannte Dreiecksnetz wurde durch vier Grundlinien bestimmt. Dieselben sind ganz in der Weise der Cassini'schen Grundlinien gemessen worden, nur mit dem Unterschiede, dass das Alignement etwas genauer ausgeführt worden ist; die Zwischenpunkte wurden mittels eines fest aufgestellten Theodoliten in die Linie eingerückt; die Verbesserungen der Methode durch die Italienischen Geodäten scheint Bugge nicht beachtet zu haben, dagegen muss er bei der Messung grosse Sorgfalt angewandt haben, da die erreichte Genauigkeit eine ziemlich beträchtliche ist. Die Hauptbasis wurde bei Kopenhagen gemessen und hatte eine Länge von *29 000 Fuss*; sie ist einmal gemessen, nur eine Strecke von etwa *1900 Fuss* zweimal mit einer Differenz von *2 Linien.* Das auf dieser Basis aufgebaute Dreiecksnetz wurde durch drei Grundlinien controlirt, die recht gut mit einander übereinstimmten.

Die der Messung in Jütland und Schleswig als Ausgangspunkte dienenden Grundlinien wurden nach dem Vorgange des General Roy mit Glasröhren gemessen.[3]) Leider habe ich über diese Arbeiten nichts erfahren können, sie scheinen nicht publicirt worden zu sein.

Spätere in Dänemark gemessenen Grundlinien fallen ausserhalb des Rahmens unserer gegenwärtigen Besprechung.

Aus Russland ist wenig zu berichten. Die grossen Französichen Gradmessungen veranlassten De l'Isle, den ersten Astronomen der Petersburger Academie, im Jahre 1737 auch seinerseits eine Gradmessung zu unternehmen. Er begann in diesem Jahre mit der Messung einer Grundlinie auf dem Eise bei Kronstadt; in den folgenden Jahren verband er sie durch Dreiecke mit einigen benachbarten Punkten. Hierauf beschränkte sich aber seine Arbeit und sein Plan gerieth in Vergessenheit. — Diese Messung bleibt auf lange Zeit die einzige ihrer Art in Russland; erst zu Anfang dieses Jahrhunderts beginnen dort wieder geodätische Operationen. Pausner nahm in Verbindung mit Tenner eine trigonometrische Vermessung des Finnischen Meerbusens vor,[4]) der eine bei Kronstadt mit einer Ramsden'schen Kette gemessene Basis von etwa *7500 Meter* Länge zu Grunde lag; die Messung sollte durch eine zweite Basis bei Reval controlirt worden, doch ist mir nicht bekannt, ob diese Absicht zur Ausführung gekommen ist; Struve begann zu derselben Zeit seine Vermessung der Ostseeprovinzen, aus der sich wenige Jahre darauf die grosse Russische Gradmessung entwickelte, über die wir später zu sprechen haben werden.

---

[1]) Kongl. Vetenskaps Academ. Handlingar för år 1819. Stockholm 1819. S. 9.

[2]) Beschreibung der Ausmessungsmethode, welche bei den Dänischen geogr. Karten angewendet worden. Von Th. Bugge. Deutsch von F. L. Aster. Dresden 1787. — [3]) Den danske Gradmaling. Bd. I. Einleitung S. VI. Kopenhagen 1867. — [4]) Zach, Monatl. Corr. **26.** **405.** Gotha 1812.

Wir wenden uns jetzt zu den in aussereuropäischen Ländern ausgeführten Messungen. Betreffs der in Amerika vorgenommenen geodätischen Operationen haben wir die Grundlinien der Gradmessung von Peru bereits unter den Französischen Messungen besprochen. Von späteren Arbeiten, die in den zur Besprechung vorliegenden Zeitraum fallen; ist aus Amerika nur die Gradmessung von Ch. Mason und J. Dixon zu erwähnen.[1]) Die Messung sollte zunächst die Grundlage einer Grenzregulirung zwischen Maryland und Pennsylvanien bilden. Zu diesem Zwecke wurde in den Jahren 1764 bis 1766 eine gerade Linie von 180 km Länge mit der Kette gemessen und die Endpunkte astronomisch bestimmt. Da aber die Messung sehr ungenau war, wurde dieselbe auf Veranlassung der Londoner Royal Society 1768 wiederholt und zwar auf Betreiben von Maskelyne mit solchen Mitteln, dass sie als Gradmessung angesehen werden kann. Von der Triangulations-Methode wurde abgesehen und wieder die ganze Entfernung der beiden Endpunkte direct gemessen, da das sehr ebene Terrain hierzu besonders einlud; der geodätische Theil der Gradmessung bestand also in einer einzigen grossen Basismessung. Zur Bestimmung der Länge dienten zwei *20 Fuss* lange Holzmaassstäbe, aber nicht einfache Holzlatten, sondern stark gebaute viereckige Rahmen, deren untere Seite den eigentlichen Maassstab bildete; dieselbe war zu diesem Zwecke an den Enden mit Messinglamellen versehen und trug ihrer ganzen Länge nach in bestimmten Intervallen Messingstifte, welche zur Etalonnirung des Stabes dienten. Als Etalon lag ein von Bird verfertigtes Messingnormal, das in Paris mit der *Toise du Pérou* verglichen war, zu Grunde. Die Länge des Rahmens wurde während der Messung häufig mit dem Etalon bestimmt, hierbei jedesmal das Thermometer abgelesen und die Temperatur in Rechnung gezogen. Das Alignement wurde mittels eines Bird'schen Passageninstruments ausgeführt, das der Messung folgte. Die Messrahmen wurden mit Hilfe eines in der Mitte des Gestells angebrachten und in einer Röhre vor Wind geschützten Lothes und mittels untergelegter Holzkeile horizontal gestellt. Es fand Contactmessung statt; standen beide Rahmen normal, so wurde der hintere weggenonmmen und vorn wieder angesetzt. Damit hierbei eine etwaige Verrückung des stehenbleibenden Rahmens constatirt werden konnte, wurde folgendes Verfahren angewendet: vor der Mitte eines jeden Rahmens wurde in der Nähe des Lothfadens ein Holzpfahl eingeschlagen, auf welchem parallel zur Basis ein getheilter Maassstab befestigt wurde; die Theilung desselben correspondirte mit einer zweiten an der unteren Seite des Messrahmens angebrachten Theilung; die relative Lage dieser beiden wurde während der Messung beobachtet; man konnte also etwaige Veränderungen in der Lage eines Rahmens bestimmen und in Rechnung ziehen. Man sieht, dass Mason und Dixon mit grosser Sorgfalt verfahren sind. Leider haben sie auch nicht einen kleinen Theil der Linie zweimal gemessen, so dass ein Schluss auf die Güte der Messung nicht möglich ist.

In Asien wurden, wenn man von der Gradmessung des Jesuitenpaters A. Thomas bei Peking,[2]) deren Resultate nicht verwerthet werden konnten, absieht, geodätische Operationen zuerst in Indien vorgenommen. Im Jahre 1788 beschäftigte sich M. Topping mit einer Aufnahme der Küste von Coromandel und maass zu diesem Zwecke eine Basis bei Porto-Novo.[3]) Dieselbe ist in ziemlich roher Weise mit Holzmaassstäben von *25 Fuss* Länge gemessen worden; Topping war mit allen Einrichtungen für eine genauere Messung versehen, sagt aber, dass er mangels einer verständigen Hilfe darauf habe verzichten müssen; dennoch differirten die beiden Messungen der Grundlinie auf eine Länge von *35000 Fuss* nur um etwa $^1/_{14000}$ der Länge. Topping nahm nicht das Mittel aus beiden Messungen, sondern wählte das kleinere Resultat, weil er

[1]) Phil. Transact. 1768. S. 270. Bernouilli, Recueil des astronomes, II., S. 201. Berlin 1772. — [2]) Zach, Monatl. Corr. *1.* 248. Gotha 1800. — [3]) Phil. Transact. 1792. S. 99.

der Ansicht war, wie er naiv bemerkt, dass *operations of this nature have always a tendency to excess rather than deficiency.* Die Topping'schen Messungen scheinen nicht weit ausgedehnt worden zu sein, wenigstens wurde kurz nach dieser Basismessung Reuben Burrow[1]) von der Ostindischen Compagnie mit einer umfassenden Vermessung der Küste von Coromandel und Bengalen beauftragt. Derselbe wollte die Messung mit den besten Ramsden'schen Instrumenten, die durch General Roy's Gradmessung erprobt waren, vornehmen; da er dieselben aber trotz mehrjährigen Wartens nicht erhielt, so musste er sich mit sehr geringen instrumentellen Hilfsmitteln an's Werk machen. Er bestimmte in den Jahren 1790 und 1791 einen Längenbogen von 38′ und einen Breitenbogen von 1°8′ und zwar maass er, da er seine Winkelmessinstrumente für zu ungenau hielt, die beiden Linien direct, den Breitenbogen mit Hilfe von *200 Fuss* langen Bambusstäben, den Längenbogen mit einer Ramsden'schen Kette. Reuben Burrow starb schon 1792 und hinterliess seine Papiere und Rechnungen J. Dalby, der die Messungen reducirte und herausgab. Leider ist mir das Dalby'sche Werk[2]) nicht zugänglich gewesen, so dass ich über diese Messung keine Details mittheilen kann. — Wenige Jahre später begann Major Lambton[3]) seine Vermessungen im südlichen Theile Ostindiens, die sich in der Folge zu der grossen Indischen Gradmessung entwickelten, der die Geodäsie so wichtige Resultate zu verdanken hat. Lambton's Messungen bezweckten zunächst eine geodätische Verbindung der Ost- und Westküste des südlichen Indiens, die damals durch das eben erfolgte Hinzutreten des Gebiets von Mysore zu den Englischen Besitzungen gerade ermöglicht wurde; er begann im Jahre 1800 mit der Messung eines Bogens im Parallel von Madras. Von der Mitte dieses Bogens aus, im Meridian von etwa 78° östl. Greenwicher Länge wurde hierauf ein Meridianbogen gemessen, zunächst südlich bis zur Südspitze der Halbinsel, dann nördlich; parallel zu diesem, dem sogenannten *grossen Bogen* und senkrecht zu demselben, wurden mehrere andere Meridian- und Parallelbogen gemessen. Bis zu Lambton's Tode, im Jahre 1823, war die Messung bis zu 21° nördl. Breite vorgeschritten; hierauf wurden die Arbeiten von Everest weitergeführt, der sie bis zum Jahre 1825 noch um drei weitere Breitengrade ausdehnte. Diese Messungen hatten zur Grundlage 11 Grundlinien, von denen sieben im grossen, vier im Nebenbogen lagen. Die ersteren sind, von Süden nach Norden gerechnet, die Grundlinien bei Palamcotta (1809), Coimbetoor (1806), Bangalore (1800 und 1804), Gooty (1811), Bider (1815), Takal K'here (1822), Sironj (1825); von den übrigen Grundlinien liegt eine, die von Coomptee (1814) an der Westküste, die anderen drei, bei Tanjore (1808), Madras (1802) und Guntoor (1812) an der Ostküste. Alle diese Grundlinien sind mit einer Ramsden-schen Kette gemessen worden, von genau derselben Construction, wie diejenige, welche bei der Basis von Romney Marsh zur Verwendung gekommen ist; auch das Verfahren bei der Messung war genau dem im Mutterlande angewendeten nachgebildet, so dass wir über dasselbe nichts zu bemerken brauchen. Einige Angaben betreffs der Bestimmungen der Länge der Messkette dürften jedoch nicht uninteressant sein. Lambton hatte zwei Ketten, von denen die eine zur Messung benutzt wurde, während die andere als Etalon diente; beide Ketten wurden während der Messung häufig mit einander verglichen und hieraus unter Berücksichtigung der Temperatur die jeweilige Länge der Messkette abgeleitet. Wird die Länge der Normalkette als unveränderlich angesehen, so ergaben die Vergleichungen, dass sich die (*100 Fuss* lange) Messkette in der Zeit von 1802 bis 1825 um beinahe *0,2 Zoll* vergrössert hatte; die Vergleichungen ergaben eine stetige Verlängerung von Jahr zu Jahr mit Ausnahme einer einzigen Discontinuität im Jahre 1811.

[1]) Zach, Monatl. Corr. *12*. 488. Gotha 1805. — [2]) A short account of the late Reuben Burrow's Measurement of a Degree of Longitude and another of latitude near the tropic in Bengal in the years 1790—91. By J. Dalby. London 1796. — [3]) Report of India Survey. Vol. V. Der ganze Band ist den Indischen Basismessungen gewidmet.

Dieselbe veranlasste Lambton, die Voraussetzung der Unveränderlichkeit der Länge der Normalkette fallen zu lassen und auch diese von Zeit zu Zeit mit einem Messing-Normal von *3 Fuss* Länge zu bestimmen; hierbei wurde die Kette auf einem festen Mauerwerk horizontal ausgespannt. Die Resultate dieser Vergleichungen sind derart, dass sie die so wichtige Bestimmung der Maasseinheit für die erwähnten Grundlinien nicht gesichert genug erscheinen lassen. Während nämlich die Länge der Normalkette von 1813 bis 1821 um *0,1 Zoll* grösser geworden war, ist sie 1825 wieder auf die alte Länge zurückgegangen. Diese Unsicherheit veranlasste denn auch Everest, als er im Jahre 1830 den noch jetzt im Gebrauch befindlichen Colby'schen Basisapparat erhielt, sämmtliche alte Grundlinien zu verwerfen und dieselben mit dem neuen Apparate nachzumessen. Man würde hier ein gutes Mittel der Vergleichung zwischen alten und neuen Messungen haben, wenn überall die alten Grundlinien genau hätten nachgemessen werden können. Leider ist dies aber nur mit der Basis von Sironj der Fall: dieselbe wurde im Jahre 1825 zu *38410,05 Fuss*, 1838 aber zu *38413,5 Fuss* gefunden; hiernach scheinen die alten Grundlinien doch mit einer erheblichen Ungenauigkeit behaftet gewesen zu sein. Unter sich scheinen dieselben aber ganz gut übereingestimmt zu haben; wenigstens wird in einem Briefe an v. Lindenau[1]) mitgetheilt, dass zwei in der Nähe von Bangalore 1800 bezw. 1804 gemessene Grundlinien von etwa *36 000 Fuss* Länge nur um *3,7 Zoll* von einander differirt hätten.

Von Basismessungen in Afrika ist in dem diesen Abschnitt umfassenden Zeitraume ausser der schon besprochenen La Caille'schen Messung nur noch die von Nouet gelegentlich des Feldzuges Buonaparte's in Aegypten, in der Nähe von Alexandrien gemessene Grundlinie zu erwähnen; leider habe ich über dieselbe nichts Näheres erfahren können.

Wenn wir nun am Schlusse des ersten Theiles einen Rückblick auf das durchwanderte Gebiet werfen, so bemerken wir in der ganzen Zeit von Snellius bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts nur geringe Fortschritte in den Apparaten und Methoden der Basismessung. Wir sahen dann durch Boscovich, Beccaria, Oriani und Andere erhebliche Verbesserungen an den Apparaten und wichtige Aenderungen der Methoden vornehmen, wir konnten ferner die interessanten Versuche des Generals Roy, die Genauigkeit der Basismessungen zu erhöhen, verfolgen, mussten aber leider immer wieder constatiren, dass die Erreichung des erstrebten Zieles an der Ungenauigkeit der Etalonnirung der Messstangen, sowie an der mangelhaften Ermittlung des Ausdehnungscoefficienten und der fehlerhaften Temperaturbestimmung scheiterte. Nach dieser Richtung hin reformatorisch aufzutreten blieb Borda vorbehalten.

Nachtrag zu dem Aufsatz des Herrn R. Fuess über eine anomale Erscheinung an Luftthermometern.

Von
Dr. O. Knopf in Berlin.

Auf den im Augustheft des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift, S. 274 erschienenen Aufsatz hin sind Herrn Fuess von mehreren Seiten Zuschriften zugegangen, in welchen die Vermuthung ausgesprochen wurde, dass das anomale Verhalten der Luftthermometer lediglich in Deformationen des metallenen Gefässes seinen Grund

[1]) Lindenau u. Bohnenberger, Zeitschr. f. Astr. *2*. S. 359. Stuttgart 1816.

haben dürfte, deren Ursache in nicht vollkommen homogener Beschaffenheit des Metalles zu suchen sei. Durch eine solche könne die Erscheinung herbeigeführt werden, dass mit steigender Temperatur der Inhalt des Gefässes sich nicht einfach dem Ausdehnungscoefficienten des Materiales entsprechend vergrössere, sondern in Folge von ungleichmässigen Ausdehnungen und den damit verbundenen Verziehungen und Verbiegungen beträchtlich und in unregelmässigem Verlaufe verkleinere, wodurch auch gleichzeitig die Ungleichförmigkeit in den Manometerständen in ungezwungener Weise erklärt würde.

Es lässt sich nicht leugnen, dass diese Hypothese völlig ausreichend wäre, geringere Differenzen in den Angaben des Manometers zu erklären; wie jedoch die folgenden einfachen theoretischen Untersuchungen, die ich auf Wunsch des Herrn Fuess über diesen Gegenstand angestellt habe, zeigen, wäre man nach derselben gezwungen, für die im vorliegenden Falle aufgetretenen, ausserordentlich grossen Abweichungen Formveränderungen anzunehmen, die besonders mit Rücksicht auf die speciellen Verhältnisse als ganz unwahrscheinlich, wenn nicht unmöglich bezeichnet werden müssen. In einer der Zuschriften namentlich erwähnt der Verfasser, dass auch bei seinen Versuchen über diesen Gegenstand die Angaben des Manometers von den durch die Regnault'sche Formel verlangten, wenn auch in geringerem Grade, abgewichen seien; auch hier sei die Deformation des Gefässes die Ursache gewesen, wie die daraufhin vorgenommene Aichung desselben mit Wasser bei verschiedenen Temperaturen ergeben habe. In diesem Fall war das letztere jedoch ein einfacher Cylinder aus hartgewalztem Messingblech, an beiden Enden von Kugelcalotten begrenzt. Hier konnte der kreisrunde Cylinder, weil das Material in Folge des Walzens nicht homogen war und eine Calotte namentlich bei beträchtlicher Höhe im Verhältniss zur Oeffnung der Verbiegung wenig Widerstand bietet, leicht in einen elliptischen übergehen und dadurch nicht unmerklich an seinem Volumen einbüssen.

Bei den von Herrn Fuess angestellten Versuchen gab das Manometer bei der einen Reihe, wenn die Temperatur von 0° auf 100° erhöht wurde, einen Druck an, der um $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ seines Werthes grösser war, als ihn die Berechnung aus der Regnault'schen Formel ergab und man müsste demnach auch eine Verkleinerung des Gefässes um $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ seines ursprünglichen Inhaltes annehmen. Dazu trat noch die secundäre Erscheinung, dass die Angaben des Manometers bei den einzelnen auf einander folgenden Versuchen für dieselbe Temperaturerhöhung nicht constant blieben, sondern eine absteigende Tendenz zeigten.

Das bei diesem Versuch benutzte Gefäss bestand aus einem kupfernen Hohlcylinder, dessen äusserer Durchmesser 10 und dessen innerer Durchmesser 6 cm betrug. Die Dicke der Luftschicht war daher gleich 2 cm. Die Höhe des Gefässes betrug 60 cm. Oben und unten war es durch 2 cm breite kupferne Ringe begrenzt.

Eine Verkleinerung des Inhaltes könnte nun zunächst dadurch entstehen, dass diese ursprünglich kreisrunden Ringe sich in eine elliptische Gestalt abflachten. Es sei Fig. 1 der halbe Querschnitt des Hohlcylinders, r und r_1 der äussere und innere Radius, c die Grösse der erforderlichen Abflachung. Der ursprüngliche Inhalt des zwischen den beiden Kreisen enthaltenen Halbringes, $J = \pi \frac{r^2 - r_1^2}{2}$ wird bei der Abflachung verkleinert um das zwischen dem äusseren Kreise und der punktirten Ellipse liegende Flächenstück vom Inhalt $\frac{\pi r c}{2}$, gleichzeitig aber vergrössert um das entsprechende zwischen dem inneren Kreise und der zugehörigen Ellipse liegende Stück vom Inhalt $\frac{\pi r_1 c}{2}$. Demnach wird die Gesammtverkleinerung $\delta J = \frac{\pi c}{2} (r - r_1)$ und das Verhältniss derselben zur ursprünglichen Grösse:

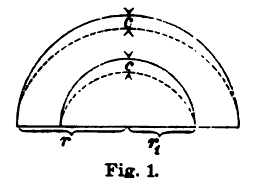


Fig. 1.

$$\frac{\delta J}{J} = \frac{c(r - r_1)}{r^2 - r_1^2} = \frac{c}{r + r_1}.$$

Soll dieses Verhältniss den Werth $^1/_{12}$ annehmen, so muss $c = \frac{r+r_1}{12}$ d. h. für $r = 50$ mm, $r_1 = 30$ mm $c = 7,5$ mm betragen. Dieser Werth wird auch nicht viel geändert werden, wenn man statt wie oben den in der Figur horizontalen Durchmesser als unveränderlich anzunehmen, eine der Verkürzung des verticalen entsprechende Verlängerung desselben voraussetzt, wie sie erfordert würde, wenn der äussere Umfang der Cylinderflächen gar keine Aenderung erleiden sollte; es liegt aber auf der Hand, dass kaum der zehnte Theil des berechneten Betrages als wahrscheinlich oder auch nur als möglich angesehen werden kann, besonders wenn man beachtet, dass die Fläche des Ringes selbst ja eine Zusammenziehung nicht erfahren kann, sondern nur eine Vergrösserung in Folge der Ausdehnung des Kupfers, dass also zur Hervorbringung der Verkleinerung des Querschnittes ausserordentlich starke wulstartige Krümmungen und Verbiegungen des Ringes eintreten müssten. Um sich hiervon eine Vorstellung zu machen, lege man durch die Axe des Hohlcylinders einen Querschnitt. Man erhält dadurch als Schnittfigur zwei Rechtecke, deren eines durch die Figur 2 dargestellt werde. Die Seiten $a\,b$ und $c\,d$ betragen als die Querschnitte des Ringes je 20 mm, die Seiten $a\,c$ und $b\,d$ je 60 cm. Wie stark müssten sich nun die beiden radialen Durchschnittslinien der Ringe $a\,b$ und $c\,d$ wölben, damit der durch die punktirten Linien dargestellte Inhalt des Querschnittes um ein Zwölftel kleiner werde als der ursprüngliche?

Fig. 2.

Nimmt man der Einfachheit wegen an, dass die Ausbuchtungen der Ringe oben und unten, wie in der Figur, beide nach derselben Seite hin gerichtet seien, so muss nach der Deformation das Rechteck $b b'\, d d'$ $^1/_{12}$ des ursprünglichen $a\,b\,c\,d$, d. h. also $b\,b'$ $^1/_{12}$ von $a\,b$ betragen. Dabei muss die gekrümmte Linie $a\,e\,b'$, die als Kreisbogen angesehen werden soll, gleich der ursprünglichen Länge $a\,b$ bleiben. Ist α der zugehörige Centriwinkel $a\,g\,b'$, r der Krümmungsradius, so erhält man zur Bestimmung von r und α die beiden Gleichungen:

$$\text{Bogen } a\,e\,b' = \frac{\alpha^0}{360^0}\, 2\,\pi\, r = 20 \text{ mm},$$

$$\frac{a\,b'}{2r} = \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{a\,b - b\,b}{2r},$$

und hieraus für $b\,b' = {}^1/_{12}\, a\,b = 1^2/_3$ mm, $\alpha = 82°$, $r = 14$ mm.

Die Stichhöhe ef des Kreisbogens aeb' würde dabei werden $r\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) = 3{,}4$ mm. Die Ringe müssten sich also so stark auswulsten, dass ihre radialen Durchschnittsfiguren etwa Viertelkreise würden, was ganz unmöglich ist. Für den zehnten Theil des oben angenommenen Werthes $b\,b'$ würde man erhalten: $\alpha = 25°\,40'$, $r = 44{,}7$, $e\,f = 1{,}1$ mm, und selbst diese Werthe erscheinen noch viel zu gross. Es ist leicht einzusehen, dass sie auch dann nicht wesentlich kleiner ausfallen würden, wenn man die Ausbuchtungen der Ringflächen beide als nach Innen gerichtet annehmen wollte.

Könnten demnach die hypothetischen Volumenverringerungen des Gefässes auch nicht zum zehnten Theil durch Deformationen der Abschlussringe erklärt werden, so bliebe schliesslich nur noch die Annahme übrig, dass die cylindrischen Seitenwände eine Formänderung von hinreichender Grösse erlitten. Diese könnten nur in dem Fall eine Volumenverminderung hervorbringen, wenn die Wände sich nach innen wölbten. Das wäre aber zunächst nur dann möglich, wenn sie von vorn herein ein wenig nach innen gekrümmt wären, denn sonst würden sie sich bei der mit der Temperatur zugleich steigenden Spannung des Gases eher nach aussen als nach innen werfen; abgesehen jedoch von diesem Grunde gegen eine Einschnürung des äusseren und Ausbuchtung des inneren Cylindermantels lässt sich auch hier leicht zeigen, dass dieselbe zur Hervorbringung des angegebenen Effectes weit grösser sein müsste, als man unter den vorhandenen Umständen noch für möglich annehmen kann.

In Fig. 3 sei das Rechteck *abcd* wieder die eine Hälfte des durch die Axe des Gefässes gelegten Querschnittes und es mögen die punktirten Linien die Gestalt der eingebuchteten Seitenwände darstellen. Die Summe der von den punktirten und den anschliessenden geraden Seitenlinien gebildeten beiden Segmente muss dann offenbar $^1/_{12}$ und jedes einzelne Segment folglich $^1/_{24}$ des ganzen Rechtecks betragen. Nehmen wir nun an, dass die Seiten *ac* und *bd* bei der Krümmung die Gestalt von Parabeln annehmen, so ist jedes der beiden Segmente $^2/_3$ mal so gross als ein Rechteck von gleicher Grundlinie und gleicher Höhe. Das Segment *afc* muss also gleich $^2/_3\ ac.ef$ sein und wenn es anderseits auch gleich $^1/_{24}$ des ganzen Rechtecks sein soll, also gleich $^1/_{24}\, ab\,.\,ac$, so muss $ef = {}^1/_{16}\, ab = 1{,}25$ mm sein. Eine solche Einbiegung der 600 mm langen Seite wäre nun zwar an sich wohl denkbar, da dieselbe aber um den ganzen Cylinder herum stattfinden müsste, so würde dabei der Umfang des äusseren in der Mitte um $2\,.\,1{,}25\,\pi = 7{,}85$ mm und damit die ganze äussere Oberfläche um ein Flächenstück abnehmen müssen, das durch einen 60 cm langen, in der Mitte 7,85 mm breiten und von da nach den Enden hin fischbauchförmig spitz zu laufenden Streifen dargestellt wird, dessen Inhalt etwa zu $^2/_3.60.0{,}785$ gleich 31,4 qcm angenommen werden könnte; die Oberfläche des inneren Cylinders dagegen müsste um ebensoviel zunehmen. Durch ungleichmässige Ausdehnungen der Wände in Folge der Temperaturerhöhung können nun zwar Verbiegungen, keinesfalls aber so enorme Streckungen bezw. Contractionen der Flächen herbeigeführt werden. Bei dem äusseren Cylinder könnte man sich nun zwar über diese Schwierigkeit dadurch hinwegsetzen, dass man keine gleichmässige Einschnürung, sondern eine Art von Faltenbildung, in der Mitte am stärksten, nach den Enden hin allmälig abnehmend, voraussetzte. Abgesehen aber davon, dass man dann die Tiefe der einzelnen Faltenwellen wieder um mindestens das Doppelte grösser anzunehmen haben würde, und die Entstehung derartiger Krümmungen das Auftreten ungeheurer Molecularkräfte bedingen würde, für welche hier auch nicht der leiseste Grund gefunden werden kann, so lässt sich doch auch dies Auskunftsmittel nicht auf die innere Cylinderfläche übertragen. Der ursprüngliche Inhalt derselben beträgt $60\,.\,\pi\,.\,3^2 = 1696$ qcm und würde sich durch gleichmässige Ausdehnung nach dem linearen Ausdehnungscoefficienten 0,0018 für Kupfer pro 100 Centigrade nur um $2\,.\,1696\,.\,0{,}0018 = 6{,}1$ qcm vergrössern können; wollte man die noch fehlenden 25,3 qcm durch Dehnung mittels äusserer Kräfte erzeugen, so würde dabei das Material beträchtlich über seine Elasticitätsgrenze beansprucht werden, und daher die angenommene Form auch bleibend behalten. Dem widerspricht aber vollständig die bei den Versuchen gemachte Erfahrung, dass bei den Abkühlungen auf 0° das Manometer auch immer wieder auf Null zurückging, dass also die etwaigen Formveränderungen des Gefässes sicher rein elastischer Natur gewesen sein mussten. Mit Rücksicht hierauf wird man also auch durch diese dritte Art der Deformation mit einiger Wahrscheinlichkeit kaum den zehnten Theil der aufgetretenen Anomalie zu erklären vermögen.

Fig. 3.

Die drei betrachteten, in gewissem Sinne als regelmässig zu bezeichnenden Formänderungen sind nun zwar nicht gänzlich unabhängig von einander, können sich vielmehr theilweise compliciren und ihre Einzelwirkungen dadurch summiren. Immerhin aber würde man im allerungünstigsten Falle durch alle drei zusammen doch höchstens nur $^1/_5$ bis $^1/_4$ des zur Hervorbringung der beobachteten Abweichungen erforderlichen Betrages erhalten. Was jedoch von vornherein gegen jede irgend beträchtliche Deformation zu sprechen scheint, ist der Umstand, dass der Stand des Manometers, wenn die Temperatur des Gases mehrmals hintereinander bis auf denselben Punkt erhöht wurde, bei jedem folgenden Versuch, mit wenigen Ausnahmen, tiefer war als das vorige Mal. Dass aber das Gefäss bei derselben Temperaturerhöhung sich das zweite Mal weniger durch Biegungen verkleinern sollte als das erste Mal, während es immer wieder bei der Tempe-

ratur von 0° auf seine ursprüngliche Gestalt zurückkam, ist nicht denkbar. Eher liesse sich das Gegentheil erwarten.

Einer von anderer Seite her geäusserten Vermuthung, dass das zur Füllung des Gefässes benutzte Gas doch nicht vollkommen trocken gewesen sein dürfte, kann nur die Versicherung entgegengesetzt werden, dass in diesem Punkte mit der äussersten Vorsicht verfahren worden und dieser Einwand sicher nicht als stichhaltig zu betrachten ist.

Es scheint daher in der That nicht wohl möglich, die beobachteten Anomalien anders als durch ein besonderes Verhalten der Gase zu den Metallflächen zu erklären, denn bei Anwendung von Glasgefässen bestätigte sich ja die Regnault'sche Formel. Immer hin würde es nicht uninteressant sein, durch Aichungen eines Gefässes von der obigen Form mit Wasser bei verschiedenen Temperaturen eine Vergleichung der wirklichen Deformationen mit den theoretischen Resultaten herbeizuführen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Mora's Kreis- und Winkeltheiler.

Von Ingenieur **G. Oldenburger**, Gewerbeschullehrer in Bochum.

Unter dem etwas eigenthümlichen Namen *Circuli-Diviseur Mora* fand ich auf der Weltausstellung zu Antwerpen ein nettes Instrumentchen, welches zwar in einer Notiz der Patentschau, S. 73 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift, bereits kurz erwähnt ist, mit dessen Gebrauch ich jedoch die Leser etwas näher bekannt machen möchte.

Mittels dieses Instruments kann man jeden beliebigen Kreisbogen oder Winkel in eine gewünschte Zahl gleicher Theile theilen. Dasselbe besteht aus einer Stahlstange $s\,s$, (Fig. 1), welche in 25 unter sich gleiche Theile eingetheilt und mit dem Centrirfuss z fest verbunden ist. Auf dieser Stange verschiebbar und durch die Druckschraube d an gewünschter Stelle festklemmbar, sitzt der Schieber b mit dem Laufrädchen r. Letzteres erhält durch Einfeilen ein spitzes Zähnchen p (siehe die Nebenfigur), welches bei jeder Umdrehung des Rädchens in einem untergelegten Papier durch Eindruck einen Punkt markirt.

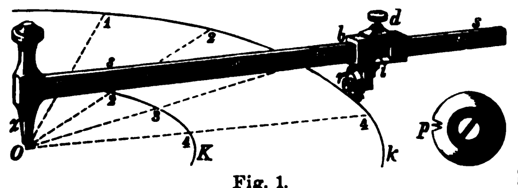


Fig. 1.

Um die Wirkungsweise des Instruments völlig klar zu machen, soll noch bemerkt werden, dass die Rollkante des Rädchens r von dem, an dem Schieber b gemachten Indexstrich i ebensoweit entfernt ist, als der Nullpunkt der Stange s von der durch die Centrirspitze z gehenden Axe. Der Halbmesser des Rädchens r ist genau so gross genommen als ein Intervall der Stangentheilung und zwar aus folgendem Grunde: Ist der Indexstrich auf den n ten Theilstrich der Stange s gestellt und a die Länge eines Intervalles derselben, so beschreibt die Kante des Rädchens r beim Umlaufe einen Kreis vom Radius $n\,a$, dessen Umfang U also gleich $2\pi\,n\,a$ ist. Der Umfang u des Rädchens ist gleich $2\pi\,r$; soll derselbe beim Abwälzen auf dem von der Kante beschriebenen Kreise gerade n mal in letzterem aufgehen, so muss $u = \frac{U}{n}$, also $2\pi\,r = 2\pi\,a$ und somit $r = a$ sein.

Soll beispielsweise ein Kreis K in 19 gleiche Theile getheilt werden, so verschiebt man den Schieber b, bis der Strich i mit dem Theilstrich 19 der getheilten Stange $s\,s$ zusammenfällt, stellt dann den Centrirstift z in den Mittelpunkt O des zu theilenden Kreises K und lässt, mit der andern Hand das Ende der Stange haltend, das Roll-

rädchen r einen Hilfskreis k beschreiben, der mit dem zu theilenden concentrisch ist. Bei dieser Bewegung hat der Zahn p des Rollrädchens den Hilfskreis k in den Punkten 1, 2, 3 ... in 19 gleiche Theile getheilt; es bleibt nur noch übrig, diese Theilpunkte durch Radien nach O auf den Kreis K zu übertragen.

Für die Praxis genügt es, von dem Hilfskreise k nur ein kleines Stück, welches zwei auf einander folgende Stichpunkte des Zähnchens p enthält, zu ziehen; diese Stichpunkte werden dann auf den Kreis K übertragen und die weiteren Theilpunkte auf K mittels eines Zirkels abgesetzt. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass das Gebiet der Anwendbarkeit nicht mit der Zahl 25 abgeschlossen ist, man vielmehr durch passende Combinationen mehrerer Theilungen den Kreis in noch kleinere gleiche Stücke zerlegen kann. Soll derselbe z. B. durch 26 getheilt werden, so wird man ihn erst durch 13 theilen und dann leicht durch geometrische Construction jeden Theil noch einmal halbiren können. Soll durch 27 getheilt werden, so führt man die Operation erst mit 3 oder 9 aus und zerlegt dann jeden Theil in der später zu beschreibenden Weise in die entsprechenden Unterabtheilungen. Diese Combinationsmethode reicht auch dann noch aus, wenn die Divisorzahl eine Primzahl ist, z. B. 29. In diesem Falle würde man den Index auf den Theilstrich $14^1/_2$ stellen und hätte dann nur zwei volle Umgänge mit dem Instrument auszuführen, um alle 29 Stichpunkte zu erhalten.

Man muss bei der Operation das Instrument senkrecht auf das gut ausgespannte Papier halten und dasselbe langsam, mit gleichförmiger Bewegung um z drehen, damit das Rollrädchen stets mit dem Papier in Berührung komme und sich sicher abwälze.

Aus dem Vorgesagten dürfte einleuchten, dass dieses Instrument in gehöriger Grösse ausgeführt, nicht allein für den Geometer interessant ist, sondern auch auf den Constructionsbureaux bei der Verzeichnung von Zahnrädern verwendet werden und einen Peripheriemaassstab sehr wohl ersetzen kann.

Die Theilung eines beliebigen Winkels mittels dieses Instrumentes wird erleichtert, wenn man den Radius kennt, der für den gegebenen Winkel der Bogeneinheit entspricht. Mittels des Kreistheilers construirt man eine Curve (Fig. 2), welche die Veränderlichkeit des Radius als Function einer constanten Bogenlänge angiebt und stellt dann eine Schablone her, welche die Gestalt dieser Curve hat. Diese Schablone, — welche man erhält, wenn man den Schieber b auf alle Theilstriche von s einstellt und das Rädchen r eine Abwicklung machen lässt, so dass die erhaltenen aequidistanten Kreisbögen, die zweckmässig auf der Schablone mit gezeichnet und entsprechend beziffert werden, alle von gleicher Länge sind, — lässt den gesuchten Radius sofort finden.

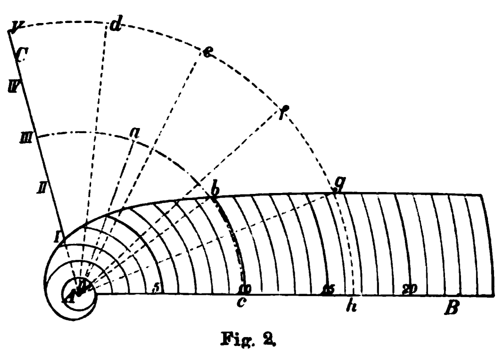


Fig. 2.

Soll z. B. der Winkel CAB in drei gleiche Theile getheilt werden, so legt man den durchbohrten Mittelpunkt A der Curve auf den Scheitel des zu theilenden Winkels, indem man den einen Schenkel AB desselben mit dem geraden Theile der Schablone zusammenfallen lässt. Darauf liest man an der durch die Kreisbogen gebildeten Theilung die Länge des Radiusvectors AI der Curve auf dem andern Schenkel AC des Winkels ab, im Falle der Figur gleich 3,3, stellt dann auf dem Kreistheiler den Index i auf einen Radius $AIII = 3$ mal $AI = 9{,}9$ und beschreibt damit, nachdem die Schablone weggenommen ist, den Centrirstift z in A einsetzend, den Bogen $III\,a\,b\,c$, der von dem Rollrädchen zugleich in den Punkten a, b in drei gleiche Theile getheilt ist. Es bleibt nur noch übrig, die Theilpunkte mit dem Scheitel A des gegebenen Winkels zu verbinden.

Soll derselbe Winkel in fünf Theile getheilt werden, so beschreibt man mit dem Instrument einen Bogen *Vdefgh*, dessen Radius gleich fünf Mal $AI = 16,5$ ist.

Wenn der gegebene Winkel so klein ist, dass man den entsprechenden Radius auf der Stange *ss* nicht mehr herstellen kann, so theilt man einen anderen zwei oder vier Mal so grossen, und hat dann noch die Hälfte oder den vierten Theil eines der erhaltenen Theile zu nehmen, indem man zu diesem Zwecke die bekannte geometrische Methode anwendet. Auch hierbei kann durch passende Combinationen die Divisorzahl beliebig über 25 hinaus vergrössert werden. — Das Instrument ist von dem *Ingénieur Opticien* G. Brand, Anvers. Pont de Meir 2, für 15 Francs zu beziehen.

Referate.

Physikalische Demonstrationsapparate.

Zeitschr. z. Förderung d. physik. Unterrichts. 1885. Heft 3 bis 7.

In den vorliegenden Heften beanspruchen die „Neuen Apparate zu messenden Versuchen über das Parallelogramm der Kräfte und die sog. einfachen Maschinen" von Realschulrector Neu besondere Beachtung. Der Gedanke, zur Kräftemessung bei der einfachen Maschine statt der Gewichtstücke Federwaagen zu benutzen, ist nicht ganz neu, namentlich hat Krebs schon Apparate ähnlicher Art für die Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte angegeben. Indessen so systematisch und vielseitig wie hier ist die Federkraft für den angegebenen Zweck noch nicht zur Verwendung gekommen. Als Material für die benutzten Miniaturdynamometer dient dünner, schraubenförmig gewundener Messingdraht, dessen Verlängerung sehr beträchtlich und bis 300 g Belastung nahezu dieser proportional ist. Die Empfindlichkeit wird auf 0,5 mm für 1 g angegeben. Die Apparate haben den Vorzug, dass das Eigengewicht derselben und die Wirkung der Reibung entweder gar nicht in Betracht kommt oder doch leicht eliminirt werden kann, und dass der mögliche Fehler 1 bis 2 % nicht übersteigt. Auch für Demonstrationen vor einem grösseren Zuhörerkreise scheinen die Apparate mit einigen geringen Abänderungen wohl verwendbar zu sein. Das eine Hauptmodell besteht aus zwei verticalen Säulen mit Schlitzen und Schiebern, an welche mittels der erwähnten elastischen Federn ein Waagebalken angehängt werden kann; das andere ist durch eine Säule gebildet, mit einer Kreisscheibe am oberen Ende, über welcher zwei Arme mit Schlitzen und Schiebern drehbar angebracht sind; die Kräfte wirken in diesem zweiten Fall auf einen Ring, der bei bestehendem Gleichgewicht sich in der Mitte der Scheibe befinden muss. Die Apparate gestatten überdies auch messende Versuche über Seilreibung und gleitende Reibung, sowie eine ziemlich exacte Bestimmung des Reibungscoefficienten.

Gleichfalls auf der Anwendung der Federwaage beruht ein Nebenapparat zur Luftpumpe von E. Schulze, der die Gewichtszunahme eines Körpers im luftverdünnten Raum nachzuweisen bestimmt ist.

Ferner verdient ein „pneumatisches Densimeter" von Prof. Handl (vgl. Anzeig. der Wiener Academie 1885 No. XVI, sowie Abhandl. derselb. Acad. 1885 Juli-Heft) Erwähnung; dasselbe ermöglicht die Bestimmung der Dichte einer Flüssigkeit durch Vergleichung ihrer Steighöhe mit dem Stande eines Wassermanometers bei gleicher Verminderung des manometrischen Druckes. Zu diesem Zweck wird sowohl die Röhre, welche in die Untersuchungsflüssigkeit taucht, als auch das Wassermanometer mit einem kleinen Blasebalgen verbunden, dessen Boden fest liegt, während der Deckel durch eine Schraube auf

und ab beweglich ist. (Vergl. Michaelis, Pneumatisches Densimeter. Diese Zeitschr. 1883, S. 268.) Bei Ablesung auf 0,5 mm sind die Bestimmungen auf 0,5 % genau.

Von den Apparaten, welche die Herausgeber (Lisser & Benecke) selbst beschreiben, ist neben einer Centrifugalmaschine für Fussbetrieb namentlich eine Sandinfluenzmaschine bemerkenswesth, die genau nach dem Muster der Thomson'schen Wasserinfluenzmaschine gebaut ist. Die Ersetzung des Wassers durch Sand hat den Vortheil, dass nicht wie bei jenem eine Benetzung der Conductoren durch herumspritzende Tropfen und eine plötzliche Gangunterbrechung stattfinden kann.

Die übrigen Aufsätze enthalten Abänderungen von Apparaten für Schulzwecke und Bemerkungen zur Methodik des physikalischen Unterrichts. *Pe.*

Stromunterbrecher für akustische Experimentaluntersuchungen.

Von Prof. Dr. F. Melde. *Wied. Ann. Neue Folge. 21. 461 und 24. 519.*

Unter zahlreichen werthvollen Bemerkungen über akustische Experimentaluntersuchungen und die bei denselben angewandten Apparate theilt Verfasser die Beschreibung einiger Stromunterbrecher mit. Einen sehr einfachen Apparat dieser Art nennt er Cylinderunterbrecher. Ein cylindrisches Blechgefäss von 14 cm Durchmesser und 16 cm Höhe trägt an der einen Seite oben ein Glasstäbchen; durch Streichen desselben mit nassen Fingern kann das Gefäss dauernd in Schwingungen erhalten werden. An der anderen Seite ist oben am Gefäss ein Platindraht angelöthet, der aus einzelnen sehr feinen Platinfäden zusammengedreht wurde; derselbe ragt an ein kleines Platinblech heran, das mittels einer Schraube vor- und rückwärts gestellt werden kann, um die richtige Berührung mit dem Draht während des Schwingens zu erhalten. Der Strom geht von der Batterie zum Blechgefäss, wird hier unterbrochen und wieder hergestellt, und geht dann zu dem zwischen den Zinken einer Stimmgabel angebrachten Elektromagneten, durch dessen periodische Schwingungen die Stimmgabel in Bewegung gesetzt wird. Um dies zu ermöglichen, muss ein Oberton des Blechgefässes mit dem Tone der Stimmgabel unison gemacht werden, was sich sehr leicht durch in das Gefäss gegossenes Wasser erreichen lässt. Ausserdem kann der Ton des Gefässes auch ein Unterton der Gabel sein.

Eine andere sehr sinnreiche Unterbrechungseinrichtung beschreibt Verfasser unter dem Namen Sirenenunterbrecher. Die zu Grunde liegende Idee ist dieselbe, welche bei den älteren Wheatstone'schen Telegraphen im Speichenrädchen vertreten ist und welche neuerdings auch R. Weber bei seiner elektrischen Sirene (vergl. diese Zeitsch. 1885 S. 136) verwerthet hat; dieses Rädchen besteht nämlich an seinem Umfange abwechselnd aus Messing- und Elfenbeinstückchen, an welchen eine Feder schleift, so dass beim Drehen des Rades der Strom abwechselnd geöffnet und geschlossen wird. Verfasser verwendet nun in der angedeuteten Weise eine Sirene; auf der Axe der Lochscheibe wird ein Messingrad mit den am Rande befindlichen, durch Ebonitmasse gebildeten Unterbrechungsfeldern aufgesteckt; am Rande dieses Rades schleift eine Feder, die mit einer der Seitenstützen der Sirene verbunden ist, jedoch so, dass zwischen dieser Stütze und der Feder eine isolirende Zwischenplatte vorhanden ist. Die Stellung der Feder zum Rand des Rades kann mittels eines Schräubchens regulirt werden, so dass der Contact gerade ausreicht, um eine Stromschliessung zu bewirken, ohne jedoch die Sirenenscheibe bei ihrer Umdrehung zu sehr zu hemmen. Man kann das Unterbrechungsrad auch so einrichten, dass der Contact durch kleine, wenig über den Rand des Rades hinausgehende, oben breitköpfige Metallstifte, die einfach in die Radscheibe eingesteckt werden, hergestellt wird; die Unterbrechung des Stromes geschieht dann durch Luftstrecken, wobei auch noch die Reibung vermieden ist. Die Einrichtung hat den Vortheil, dass mit demselben Rade verschiedene Unterbrechungstempi hergestellt werden können, je nach der Anzahl der verwandten Metall-

[illegible]. — Der Sirenenunterbrecher wird nach Verfasser in allen den Fällen vortheilhaft zu verwerthen sein, wo vorübergehend insbesondere bestimmte Oberschwingungen eines schwingungsfähigen Körpers in successiver Folge sich zeigen sollen, also überall da, wo etwa das Resonanzgesetz in Betracht kommt. *W.*

Experimentaluntersuchungen über den elektrischen Widerstand isolirender Substanzen.

Von G. Foussereau. *Ann. de Chim. et de Phys. VI. 5. S. 241 und 317. Journ. de Phys. X. 4. S. 189.*

In dieser breit angelegten Untersuchung werden unter möglichst sorgfältiger Vermeidung aller Fehlerquellen die specifischen Widerstände des Schwefels, des Phosphors in den verschiedenen Modificationen, im festen und geschmolzenen Zustande, des Wassers, des Eises, einiger Anhydride und Mischungen aus solchen, ebenfalls im festen und geschmolzenen Zustande, endlich des Glases und des Porzellans bestimmt. Die Versuche sind je nach der Grösse des gemessenen Widerstandes nach vier Methoden ausgeführt, von denen die drei ersten in einer Vergleichung von Potentialdifferenzen bestehen, die letzte in einer Messung der durch die Leitung gegangenen Elektricitätsmengen. In allen Methoden wird das Lippmann'sche Capillarelektrometer verwendet, dessen grosse Empfindlichkeit die Benutzung sehr schwacher Ströme zulässt. Hierdurch wird der von der Polarisation herrührende Fehler, der alle früheren Versuche dieser Art illusorisch gemacht hat, vermindert oder wenigstens so weit abgeschwächt, dass er die erhaltenen Zahlen nicht wesentlich beeinflusst. Bei Widerständen von 1 bis 10^4 Ohm wurde der Widerstand der in ihren Dimensionen genau bestimmten Substanz mit dem eines Widerstandskastens in der Weise verglichen, dass in den Stromkreis, der zunächst den Vergleichswiderstand enthielt, ein Condensator eingeschaltet wurde. Infolge des von diesem erzeugten Gegenstromes verblieb das hierauf eingeschaltete Elektrometer in Ruhe. Wurde dann mittels eines Commutators der Widerstandskasten durch den zu untersuchenden Körper ersetzt, so blieb das Quecksilberniveau des Elektrometers ungeändert, wenn der neue Widerstand dem ersten gleich war. Für Widerstände zwischen 10^4 und 10^8 Ohm wurde als Gegenstrom an Stelle des vom Condensator gelieferten der einer zweiten Kette benutzt. Dieser Strom war durch einen Rheostaten hindurch mit der Hauptleitung verbunden, in die einmal der Vergleichswiderstand, dann der zu untersuchende Körper eingeschaltet war. Das Verhältniss der zur Compensation in beiden Fällen nöthigen Rheostatenwiderstände ist dann das zwischen dem Vergleichswiderstande und dem gesuchten. Um dieses Verhältniss nicht zu klein werden zu lassen, wurde bei Widerständen über 10^6 Ohm als Vergleichswiderstand ein auf einer Ebonitplatte gezogener Bleistiftstrich benutzt, der auf Metallklemmen endigte. Dieser Widerstand wurde sorgfältig mit einem Metallwiderstand verglichen; er zeigte allerdings kurz nach seiner Herstellung eine beträchtliche Zunahme (infolge des Abfallens von Graphitstäubchen) und wurde deswegen frühestens einen Monat nach seiner Herstellung benutzt und ausserdem vor jeder Versuchsreihe neu bestimmt. Nach sechs Monaten zeigte übrigens der Graphitwiderstand absolute Constanz bei constanter Temperatur. Bei noch höheren, aber noch unter 10^{10} Ohm liegenden Widerständen wurde die Methode dahin geändert, dass stärkere Ströme angewandt wurden; dies konnte unbedenklich geschehen, da bei so hohen Widerständen die von der Polarisation der Elektroden und von der Elektrolyse herrührenden Fehler, wenn die Dauer des Experiments nur eine genügend kurze ist, nicht von merklichem Einfluss sein können. Es wurde hierbei ein Punkt des Stromkreises durch eine das Elektrometer enthaltene Brücke hindurch mit einem Punkte inmitten der Batterie verbunden; in den beiden Zweigen, in die der Stromkreis so getheilt war, befanden sich die beiden verglichenen Widerstände. Im Gegensatz zu den übrigen Fällen lag die untersuchte Substanz nicht zwischen Endelektroden, sondern

zwischen concentrischen Elektroden; die eine derselben bestand in einer Metallbelegung auf der inneren Wand des Probirgläschens, welches die untersuchte Substanz enthielt, die andere in einem metallenen Cylinder, der in die Substanz tauchte. Die besprochenen Methoden würden für noch wesentlich höhere Widerstände den Uebelstand zeigen, dass der Versuch eine zu lange Dauer erfordern würde, bis die Compensation im Elektrometer constatirt werden kann und dass demnach die Polarisation der Elektroden die Resultate merklich fälschen würde. Für diese Fälle wurde daher das Princip des Versuches dahin geändert, dass nicht mehr Potentialdifferenzen verglichen wurden, sondern der Widerstand aus der Zeit bestimmt wurde, die nöthig war, um mit einer gegebenen Kette durch die untersuchte Substanz hindurch einen Condensator auf eine bestimmte Potentialdifferenz zu laden. Wegen der Einzelheiten der Versuche muss auf das Original verwiesen werden; hier sei nur noch erwähnt, dass auf die genaue Messung der Temperatur und auf deren Constanz die grösste Sorgfalt verwendet wurde. Im Allgemeinen befanden sich die untersuchten Widerstände in einem Bade derselben Substanz, das seinerseits in einem Sandbade lag; ferner wurden die Messungen in der Regel vorgenommen, nachdem die Temperatur ein Maximum erreicht hatte. Die Resultate dieser eingehenden Versuche zeigen eine deutliche Abhängigkeit des specifischen Widerstandes von der molecularen Structur der Substanzen. Der Schwefel z. B. zeigt bei derselben Temperatur so bedeutende Unterschiede in seinem elektrischen Widerstande, je nach seinem vorangegangenen Zustande, dass man seinen Uebergang aus der einen Modification in die andere deutlich verfolgen kann. Am Schwierigsten gestalten sich die Messungen für das Wasser. Verunreinigungen, wie sie durch kein chemisches Reagens festgestellt werden können, verursachen sehr bedeutende Differenzen in der Leitungsfähigkeit; die Versuche zeigen, dass schon das Aufbewahren des chemisch reinen Wassers in einem geschlossenen Glasgefässe den Widerstand beträchtlich vermindert, es müssen demnach Glastheilchen sich im Wasser lösen; ähnliche Veränderungen erleidet offen stehendes Wasser durch Aufsaugen der in der Luft befindlichen Säuren. Auch beim Eise erzeugen Beimischungen eine starke Schwächung des specifischen Widerstandes, jedoch nicht in dem Maasse wie bei flüssigem Wasser. Für das Wasser sowohl wie für geschmolzene Salze bestätigten die Versuche die früher von Gossmann für einige Salzlösungen aufgestellte Behauptung, dass die Veränderung des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur dem Coefficienten der inneren Reibung proportional ist. Die festen Salze zeigten eine deutliche Abhängigkeit ihres Widerstandes von dem Zustande der Krystallisirung; beim Glase trat eine solche Abhängigkeit nicht nur von der Zusammensetzung, sondern namentlich auch von der Art der Kühlung zu Tage. *L.*

Nivellirinstrument.

Von W. H. Munford. *Scientif. Americ. 52. S. 4.*

Das Bedürfniss nach Originalität zeitigt manchmal recht seltsame Resultate, wie der Leser aus der nachfolgenden Beschreibung eines in den Vereinigten Staaten Nordamerikas patentirten Nivellirinstruments ersehen mag.

Auf einem hölzernen Dreifuss ist eine mit Orientirungsbussole versehene, um den Horizont drehbare Kopfscheibe eingepasst. Auf derselben erhebt sich ein zweifüssiger Ständer, in welchen oben senkrecht zu seiner Längsaxe ein Lineal und zugleich mit demselben Zapfen ein kleinerer frei nach unten hängender verticaler Stab gelagert ist, so dass beide unabhängig von einander drehbar sind. Mit dem nach unten hängenden Stab ist ein dritter horizontaler Arm fest verbunden; letzterer trägt an der einen Seite eine getheilte Scale, während an der anderen Seite ein Index befindlich ist, der durch ein Gelenk mit dem oberen Lineal in Verbindung steht. Dieses trägt nun die Ablesevorrichtung; dieselbe besteht einfach aus einem Diaphragma und einem Fadenkreuz, die an den äussersten

Enden des Lineals befestigt sind. Endlich ist an letzterem noch senkrecht zu seiner Längsaxe ein kurzer Arm, dessen Zweck aber nicht recht ersichtlich ist; das Original sagt darüber, dass er *for use in obtaining perpendiculars* dient. — Beim Gebrauch wird der Scalenarm mittels eines Aufsatzniveaus horizontal gestellt und der Zeiger auf den Nullpunkt der Scale gebracht; dann wird mittels der Ablesevorrichtung das zu nivellirende Object einvisirt und aus der nunmehrigen Stellung des Zeigers auf der Scale die Höhendifferenz ermittelt.

Auf welche Entfernungen das merkwürdige Instrument, das an die frühesten Zeiten der instrumentellen Technik erinnert, gebraucht werden soll, und welches seine Genauigkeit ist, geht aus dem Original nicht hervor. *W.*

Registrirapparat für die Wärmestrahlung der Sonne.

Von A. Crova. *Compt. Rend.* ***101.*** *S. 448.*

Der Apparat bildet ein thermo-elektrisches Element, bestehend aus zwei parallelen Scheiben von 0,2 mm Dicke und 15 mm Durchmesser, deren jede aus zwei Eisenplättchen unter Druck zusammengelöthet ist. Sie stecken in einem Cylinder von Zinn, dessen Axe durch eine äquatoreale Bewegung gegen die Sonne gerichtet bleibt. Während die eine Scheibe im Dunkeln ist, fallen auf die geschwärzte Oberfläche der anderen die Sonnenstrahlen, nachdem sie im Innern des Rohres durch fünf Blenden aus Aluminium gegangen sind, welche fortschreitend enger werden und deren letzte nur 4 mm Durchmesser hat, senkrecht auf. Diese zweite Scheibe ist daher den Sonnenstrahlen frei zugänglich, aber vor Luftströmungen geschützt. Die von den Scheiben ausgehenden Drähte sind mit denselben galvanoplastisch verbunden und gehen an ein Galvanometer, dessen Angaben photographisch registrirt werden. Der Einfluss des Erdmagnetismus und der Luftelektricität ist durch besondere Vorkehrungen unschädlich gemacht. Die Empfindlichkeit kann regulirt werden. Die aktinometrische Curve zeichnet sich auf einen Streifen Bromsilbergelatine-Papier, welcher durch ein Uhrwerk bewegt wird. Dasselbe Uhrwerk regulirt gleichzeitig durch elektrische Einwirkung die äquatoreale Bewegung des Apparates.

Im Sommer wächst die Strahlung vom Aufgang der Sonne an schnell bis gegen 9 oder 10 Uhr, wo sie oft zu einem Maximum ansteigt. Darauf oscillirt sie lebhaft und erreicht zur Zeit der grössten Tageswärme ihr Minimum. Sie wächst darauf bis 4 Uhr, ohne jedoch bis zum Maximum des Morgens zu kommen und nimmt allmälig bis zum Untergang der Sonne ab.

Die zartesten Wolken, die geringsten atmosphärischen Vorgänge spiegeln sich als Oscillationen der Curve ab und diese giebt somit ein treues Bild des Tages. Die fortwährenden Oscillationen stehen in auffallendem Gegensatze zu der scheinbaren Gleichmässigkeit des Sonnenlichts besonders an klaren ruhigen Tagen. Die Angaben des Apparats sind ersichtlich viel feiner als die irgend eines anderen derartigen Instrumentes und er dürfte daher in Zukunft grosse Bedeutung erlangen. *Z.*

Apparate für chemische Laboratorien.

Von J. Walter. *Journal für praktische Chemie.* ***31.*** *S. 527.*

Statt der relativ theuren Bunsen'schen Tauchbatterie verwendet der Verfasser eine Batterie von gewöhnlichen Bunsenelementen, aus denen die Flüssigkeit jedesmal nach dem Gebrauch abgesaugt wird, ohne dass die Batterie auseinandergenommen wird. Die Kohlenplatten erhalten am oberen Ende einen 2 cm breiten Paraffinüberzug. Statt der Salpetersäure wird vortheilhaft eine Lösung von 150 g krystallisirtem kochsalzfreiem Natriumbichromat (mittels Kaliumbichromat kann die Lösung nicht so concentrirt hergestellt werden) und 250 g Schwefelsäure in 250 bis 350 g Wasser angewendet. Sowohl die verdünnte Schwefelsäure als auch die Bichromatlösung befinden sich in Standflaschen

oberhalb der Batterie, durch deren Tubulaturen drei Röhren luftdicht eingesetzt sind, von denen die eine bis an den Boden reicht. Hierdurch ist eine schnelle Füllung und Entleerung der Elemente durch Einblasen bezw. Aussaugen von Luft in den Standflaschen ermöglicht. Nach längerem Nichtgebrauch muss in die Elemente etwas Quecksilberlösung gegossen werden, welche die Amalgamirung des Zinks wieder herstellt.

Für grossplattige Tauchbatterien verwendet der Verf. die käuflichen Zinkplatten von 51 cm Höhe, 20 cm Breite und 18 mm Dicke. Da Kohlenplatten von entsprechender Grösse schwer zu beschaffen und kostspielig wären, ersetzt er sie durch eine Reihe 60 cm langer Kohlenstäbe, wie sie zur elektrischen Beleuchtung verwendet werden. Diese werden in Abständen von 5 mm auf einen etwa 20 cm langen und 2 cm breiten Kupferstreifen gestellt, sodass sie in einer Ebene liegen und durch einen genügend dicken galvanischen Kupferniederschlag von 2 cm Höhe fest mit dem Streifen verbunden. Die Ausführung dieser Operation ist ausführlich beschrieben, ebenso die Befestigung der 10 bis 13 kg schweren Zinkplatte. Als Gefäss verwendet man prismatische Thontröge, als Flüssigkeit Trouvé'sche Chromsäurelösung.

Endlich wird ein nach dem Vorbild des Lange'schen Nitrometers eingerichtetes Knallgasvoltameter beschrieben. Ein in Cubiccentimeter getheiltes Rohr ist oben durch einen Hahn mit einem trichterförmigen Aufsatz verbunden. Am unteren Ende treten die Elektroden ein; ausserdem befindet sich dort ein seitliches Ansatzrohr, welches durch einen Kautschukschlauch mit einem zweiten offenen getheilten Rohre verbunden ist, das zum Einstellen auf gleiches Niveau vor der Ablesung des Gasvolumens dient. *Wgsch.*

Statisches Anemometer.

Von A. Edwards. *Scientif. Americ. 52. S. 290.*

Das Instrument ist nur zur rohen Messung der Windstärke bestimmt. Eine Windfahne endet vorn nicht in eine Spitze, sondern in eine kreisrunde Scheibe; mit dieser ist eine von einer Spiralfeder umgebene Spindel verbunden. Je nach der Intensität des Windes wird die Spiralfeder mehr oder weniger zusammengedrückt und der Betrag dieses Druckes mittels eines Gelenkes und eines Zeigers auf einem getheilten Gradbogen sichtbar gemacht. — Die Windrichtung kann mit Hilfe eines Zeigers abgelesen werden, der sich mit der die Windfahne tragenden Stange dreht und über einem fest angebrachten, entsprechend getheilten Kreise spielt. *W.*

Ueber einen neuen Apparat zur Messung elektrischer Ströme.

Von F. de Lalande. *Compt. Rend. 101. S. 742.*

Der Apparat wird vom Verf. als *elektrisches Aräometer* bezeichnet. Ein Bündel von Weicheisendrähten schwimmt in einem mit Wasser gefüllten und von einer Drahtspule umgebenen Rohr; der Schwimmkörper wird innerhalb der Flüssigkeit durch die Oeffnung einer im Cylinder angebrachten Metallplatte geführt, um etwaige Reibung an den Wänden des Gefässes zu vermeiden. Der obere Theil des Schwimmers ist eben, bewegt sich vor einer empirisch getheilten Scale und fungirt so als Index. Die dem Apparat einmal gegebene Graduirung bleibt immer richtig, wenn nur dafür gesorgt wird, dass das Wasserniveau constant bleibt. Soll der Apparat als Ampèremeter benutzt werden, so wählt man eine Spule aus einer oder zwei Lagen sehr starken Drahtes, so dass deren Widerstand nur 0,01 bis 0,02 Ohm beträgt; bei dem Gebrauch als Voltmeter wendet man eine Spule von feinem Draht an mit einem Widerstand von etwa 1700 Ohm. Der Apparat kann so eingerichtet werden, dass der Index für eine gegebene Stromintensität jeden beliebigen Weg beschreibt; die ausgeführten Apparate zeigen für Intensitäten von 10 bis 25 Ampère oder für Potentialdifferenzen von 100 Volt eine Verschiebung von 10 Centimetern. Zeichnet man eine Curve, welche die Verschiebungen des Aräometers

als Function der Stromintensität darstellt, so zeigt dieselbe einen Inflexionspunkt, in dessen Nähe sie nahezu geradlinig ist; man wird dem Apparat solche Dimensionen geben, dass nur der geradlinige Theil dieser Curve verwendet zu werden braucht. Der vorliegende Elektricitätsmesser wirkt rein aperiodisch, soll sehr empfindlich und von der Temperatur nicht merklich abhängig sein. Will man die Graduirung der Scale auf die Bestimmung einer einzigen Constante reduciren, so kann man den Apparat so benutzen, dass man durch Belastung des Schwimmers oder durch Verschiebung der Spule bei jeder Messung den Index in die Gleichgewichtslage zurückführt. Wie weit der Apparat wirklich neu ist, möchte Referent nicht entscheiden; die Verschiebung eines Weicheisenkerns in einer Spule ist längst — nicht blos in der vom Verfasser angeführten elektromotorischen Waage von Becquerel — für Maasszwecke angewendet worden und die Umwandlung der Waage in ein Aräometer ist bekanntlich für die gröbere Regulirung der Bogenlampen viel in Gebrauch. *L.*

Zur Discussion der Solarconstanten.

Von Dr. J. Maurer. *Oesterr. meteorol. Zeitschr. 1885. S. 296.*

In einer interessanten Discussion der bisherigen Arbeiten zur Messung und Feststellung der Intensität der Sonnenstrahlen macht unser Mitarbeiter Dr. J. Maurer einige Bemerkungen über die Ursache der Fehler von Aktinometern, die gewiss manchem unserer Leser von Interesse sein werden und die wir daher hier mittheilen wollen:

„Man hat dem Pouillet'schen Aktinometer vorgeworfen, und dies mit Recht, dass es aus verschiedenen Gründen stets etwas zu kleine Werthe der Sonnenstrahlung liefern muss; mit ganz demselben Rechte darf man aber auch dem Violle'schen Apparate nachsagen, dass er principiell keine genauen Angaben der Sonnenstrahlen liefern kann, insbesondere wenn noch bei der Beobachtung die statische Methode zur Verwendung gelangt, bei welcher der stationäre Zustand des Thermometers abzuwarten ist. Mit einer kleinen Thermometerkugel, die zugleich receptirende Fläche für die auffallenden Sonnenstrahlen und thermometrische Substanz ist, aktinometrische Messungen vorzunehmen, hat oben seine gewisse Bedenken. Den Wasserwerth (Masse mal specifische Wärme) der Thermometerkugel genau zu bestimmen, auf dies kommt ja schliesslich sehr viel an, das ist schon eine schwierige Angelegenheit, insbesondere weil die specifische Wärme des Glases mit der Temperatur bekanntlich sehr variabel ist; bis ferner der stationäre thermometrische Zustand eingetreten, wo Ein- und Ausstrahlung sich paralysiren, ist jedenfalls von der kleinen Kugel eine gewisse ganz bestimmte Wärmemenge durch Wärmefluss auf die Thermometerröhre, deren Temperatur nach oben gegen die Wand der Doppelhülle ziemlich rasch abfällt, übergetreten. Die Thermometerröhre participirt natürlich stets an der Wärmeausstrahlung mit; ihr äusseres Wärmeleitungsvermögen ist selbst wieder ein anderes als das des berussten Quecksilberbehälters. Wie gross aber die Wärme abgebende Fläche eigentlich ist und welches deren Wasserwerth, der zu demjenigen der Thermometerkugel noch hinzutritt, ist schwer in Rechnung zu ziehen; nichtsdestoweniger sollte dies Alles in der Formel, welche die Schlussresultate liefert, doch eine gewisse Berücksichtigung finden." *W.*

Modificirtes Sprengel'sches Pyknometer.

Von W. H. Perkin. *Journal für praktische Chemie. N. F. 31. S. 485.*

Die Dichtebestimmung mittels des bekannten U-förmigen Sprengel'schen Pyknometers wird bei sehr flüchtigen Substanzen durch Verdampfung an der Spitze der Capillare ungenau. Perkin lässt daher die Capillarröhren 45° gegen die Horizontale geneigt nach aufwärts ansteigen. Die engere Röhre ist in der Mitte etwas gebogen, sodass ihr

Ende sich der Horizontalen etwas mehr nähert. Während der Einstellung wird letztere durch Neigen des Pyknometers horizontal gestellt. Bringt man dann das Pyknometer in die normale Lage, so fliesst die Flüssigkeit von der Spitze zurück, wodurch eine merkliche Verdampfung vermieden wird. *Wgsch.*

Gasofen.

Von U. Kreusler. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **24.** *S. 393.*

An einem Hauptgasrohr sind seitlich und paarweise einander gegenüberstehend die einzelnen Brenner angebracht. Die Regulirung der Flamme geschieht durch Schraubenventile nach dem Vorbild der Habermann'schen Hähne. Der Schornsteinträger gleitet mittels einer sanft federnden Hülse auf dem Brennerrohr. Das Gestell des Ofens kann geräumige Wasserbäder, Trockenbäder u. s. w. tragen; besonders aber dient der Ofen zur Ausführung von Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl. Für diesen Zweck ist er mit einer Platte ausgerüstet, die über jedem Brenner einen Ausschnitt zum Aufsetzen eines Kolbens hat; jedem Ausschnitt entspricht am Rande ein passend geformter Blechstreifen, welcher den schräg liegenden Kolbenhals stützt. *Wgsch.*

Apparat zur Anzeige von Richtung und Geschwindigkeit des Windes.

Von Duplay. *Zeitschr. f. Elektrotechn.* **3.** *S. 471.*

Der Apparat zerfällt in zwei Theile, von denen der eine nur die Geschwindigkeit, der andere nur die Richtung des Windes anzeigt. Bei dem ersten Theile des Apparates ist die Uebersetzung der Bewegung des Schalenkreuzes so gewählt, dass einer Umdrehung des letzten Zahnrades 1 km Windweg entspricht. Auf diesem Rade sitzt ein Stift, der nach jeder Umdrehung des Rades mit einer Feder in Berührung kommt und hierdurch einen Elektromagneten in den Stromkreis der mit dem Apparat verbundenen Batterie einschaltet; dadurch wird ein Sperrrad um einen Zahn weitergeschoben. An der Axe des Sperrrades sitzt ein Zeiger, der auf einer getheilten Scheibe spielt und also nach Zurücklegung von 1 km Windweg um einen Theilstrich weiterrückt. Bei jeder Aenderung der Windrichtung wird ein zweiter Elektromagnet thätig, der die Sperrklinke des Sperrrades hebt und die Feder ausser Thätigkeit setzt, welche das Rad nach jeder Vorwärtsbewegung einklinkt. Hierdurch tritt ein Gegengewicht in Wirkung und zieht das Sperrrad und den Zeiger auf die Nullstellung zurück, so dass die Angaben von Neuem beginnen können. Da keinerlei Signal vorgesehen ist, welches den Beobachter benachrichtigt, wenn ein Zurückgehen auf die Nullstellung eingetreten ist, so muss der Apparat eigentlich fortwährend beobachtet werden. — In dem zweiten Theile des Apparates ist an die Wetterfahne ein Ansatz angebracht, welcher über einem in vier Quadranten getheilten Kreise schleift. Jeder der vier Quadranten steht mit einem Elektromagneten in Verbindung. Je nach der Stellung der Windfahne springt einer der vier die Haupt-Himmelsrichtungen bezeichnenden Buchstaben vor und zeigt die Windrichtung. Ein Blick auf die Windfahne thäte somit dieselben Dienste wie der ganze complicirte Apparat. *W.*

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der niederen Geodäsie. Von F. Hartner. 6. Auflage. Bearbeitet von J. Wastler. Wien, L. W. Seidel & Sohn. M. 16,00.

Das in Oesterreich viel verbreitete Handbuch der niederen Geodäsie von F. Hartner, das zuerst im Jahre 1852 erschien, liegt in seiner sechsten von Prof. J. Wastler in Graz bearbeiteten Auflage vor. Nachdem Verf. schon in der

fünften Ausgabe das etwas veraltete Werk dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft angepasst hatte, ist dies in der neuen Auflage noch in grösserem Maasse erfolgt. Die Erweiterungen beziehen sich hauptsächlich auf die Verbesserungen der instrumentellen Hilfsmittel, auf den mehr und mehr in der niederen Geodäsie allgemein werdenden Gebrauch des Theodoliten, der tachymetrischen Apparate u. s. w. und die hierdurch nothwendig gewordenen Aenderungen der Methoden, auf die neue Instruction des Oesterreichischen Katasters und die dadurch bedingten Neuerungen, sowie auf die seither erfolgte Einführung des Metermaasses. Alle diese Aenderungen gegen den Stand der Geodäsie zur Zeit des ersten Erscheinens des Werkes sind so einschneidender Natur, dass eigentlich eine vollständige Umarbeitung nothwendig gewesen wäre; Verf. hat sich indess begnügt, die nothwendigen Erweiterungen und Veränderungen möglichst dem ursprünglichen Text des Buches anzupassen. Diese Beschränkung, welche vielleicht aus mancherlei Gründen geboten war, hat zur Folge, dass das Werk keinen harmonischen Eindruck macht, wenigstens was die Beschreibung der Instrumente und die Methoden ihrer Anwendung betrifft. Eine ganz neue Bearbeitung dieses Theiles — und nur von diesem soll in der folgenden Besprechung, den Zielen dieser Zeitschrift entsprechend, die Rede sein, — wäre aber um so nothwendiger gewesen, als die ganze ursprüngliche Anordnung aus pädagogischen Gründen unzweckmässig erscheint.

In der ersten Abtheilung des Buches, welche die Feldmesskunst behandelt, beginnt der instrumentelle Theil mit der Vorführung einzelner typischer Instrumententheile und ihres Gebrauches: Mittel zum Bewegen einzelner Instrumententheile, Schrauben, Schlitteneinrichtungen, grobe und feine Bewegungen, ferner Einrichtungen zum Vertical- und Horizontalstellen, Senkloth, Setzwaage, Niveau, Anweisungen zum Horizontalstellen von Ebenen, dann die Beschreibung der Stative. Diese Voranstellung einzelner Instrumententheile dürfte doch nicht ganz methodisch sein; für das schnellere Verständniss des Lernenden erscheint es besser, dieselben am montirten Instrumente zu zeigen. Die Beschreibung ist auch nicht ganz vollständig; bei den Niveaus wird z. B. die Einrichtung des Reservoirs nicht erwähnt, ebensowenig bei den Stativen die das Centriren so sehr erleichternden verschiebbaren Stativköpfe. — Die folgenden Ausführungen sind dem Sehen gewidmet. Nachdem die Theorie des „Sehens mit freiem und bewaffnetem Auge“ abgehandelt ist, werden Lupen und Mikroskope, Fernrohre, Mikrometer-Einrichtungen, Heliotrop, Prismen, gebrochene Fernrohre, Visirvorrichtungen, wie einfache Diopter, Bergdiopter, Diopterlineale und Fernrohrdiopter in der angeführten Reihenfolge, die eine systematische Anordnung vermissen lässt, beschrieben. Der Text wird durch Figuren nicht ausreichend unterstützt; hieran schliessen sich kurze Mittheilungen über Sichtbarmachung von Punkten; man sollte hier die Beschreibung des Heliotropen vermuthen, der aber, wie erwähnt, früher zwischen Mikrometern und Prismen eingereiht ist. — Sodann werden die Mittel zum Messen gerader Linien mitgetheilt, Nonien, Messlatten, Drehlatten (Stangenzirkel), Messbänder, Messrad u. s. w.; hieran schliessen sich gleich die optischen Einrichtungen zur Ermittlung von Entfernungen, Distanzmesser von Reichenbach und Porro; man sollte nun erwarten, dass hier dann auch gleich die neuen tachymetrischen Einrichtungen beschrieben würden. Dieselben sind indess am Schlusse des Werkes in einem besonderen Anhang mitgetheilt. — Hierauf lässt Verf. erst die Winkelinstrumente folgen; zunächst werden die Hilfsmittel zum Abstecken von Winkeln gegeben und sodann die eigentlichen Winkelmessinstrumente beschrieben. Dies Capitel ist ganz unglücklich angeordnet. Anstatt mit der Beschreibung eines Theodoliten, gleichviel welches, zu beginnen und um dieses Hauptinstrument des Winkelmessens die verschiedenen typischen Einrichtungen der Winkelmessinstrumente, die Art ihrer Behandlung, ihre Fehler u. s. w. zu gruppiren, wird erst auf etwa 30 Seiten von den Einrichtungen der Instrumente, „welche die Winkel im Gradmaass angeben“, gesprochen, ohne dass jedoch der Leser

durch Zeichnungen genügend unterstützt wird, — die fehlerhafte Anordnung des Ganzen verschuldet es, dass Nonien und Mikrometer, die früher schon beschrieben waren, jetzt noch einmal abgehandelt werden müssen, — dann erst wird das Wort „Theodolit“ erwähnt und werden Abbildungen zweier Repetitions-Theodolite gegeben, eines von Starke & Kammerer und eines Breithaupt'schen. Von anderen Theodoliten ist keine Rede; betreffs der Universalinstrumente wird nur auf Hunäus verwiesen. Hieran reihen sich die Bussoleninstrumente, Reflexionsinstrumente und Messtische. — Die folgenden Abschnitte der ersten Abtheilung behandeln die Aufgaben des Feldmessers im Felde und die Bearbeitung der Resultate; die hierbei in Frage kommenden Apparate, Planimeter, Pantographen, werden ausführlich besprochen.

Die zweite Abtheilung handelt von dem Höhenmessen. Es werden zunächst das trigonometrische Höhenmessen, sowie die physikalischen Methoden des Höhenmessens besprochen, wobei einige Typen der hierbei in Betracht kommenden Instrumente beschrieben werden; sodann wird das geometrische Nivelliren abgehandelt. Aeltere Nivellirinstrumente, wie Kanalwaage, Nivellirdiopter, Pendelwaage, werden kurz angeführt und sodann werden die neueren Instrumente sachgemäss beschrieben und besprochen, doch muss auch hier darauf hingewiesen werden, dass die Vorführung der neuesten Constructionen keine vollständige ist.

In einem Anhange wird, wie schon erwähnt, die Tachymetrie eingehend und sorgfältig behandelt.

Die Ausstattung des Buches mit Illustrationen ist keine genügende. Sehr viele der Illustrationen sind mit denen der ersten Auflage identisch; inzwischen sind aber die Ansprüche an Holzschnitte erheblich gestiegen.

Wenn das Werk den neueren Lehrbüchern der Geodäsie ebenbürtig zur Seite stehen soll, erscheint eine vollständige Umarbeitung, wenigstens des instrumentellen Theiles dringend geboten; dann erst wird das dankenswerthe Bestreben des Verfassers, das Buch den modernen Ansprüchen anzupassen, von Erfolg gekrönt sein. *W.*

Lehrbuch der Physik für Pharmaceuten, Chemiker und Angehörige ähnlicher Berufszweige. Von Dr. A. Handl. Wien, A. Hölder. M. 4,00.

Das vorliegende Werk ist zu dem Zwecke geschrieben, den Pharmaceuten und Angehörigen ähnlicher Berufsklassen ein ihren eigenartigen Bedürfnissen entsprechendes Hilfsmittel beim Studium der Physik in die Hand zu geben. Die Pharmaceuten treten in der Regel vor vollständiger Absolvirung einer höheren Schule zu ihrem Berufe über und besitzen daher, wenn sie das vorgeschriebene Universitätsstudium antreten, meistens bescheidene Kenntnisse in der Mathematik. Mit Rücksicht hierauf hat Verf. die mathematischen Entwicklungen so viel wie möglich zu vereinfachen gesucht und es ist ihm dies auch ohne wesentliche Gefährdung der Gründlichkeit gelungen; längere Ableitungen, welche von minder geübten Rechnern schwer überwunden werden können, hat er ganz unterdrückt. Verf. ist hierbei von der Ansicht ausgegangen, dass es sich nicht darum handle, „dem Leser den mathematischen Beweis zu geben, dass der jeweilig vorgetragene „Satz wahr sei, d. h. dass man ihn nicht angelogen habe, sondern darum, durch experi„mentelle Vorführung und eingehende Besprechung das richtige Verständniss desselben „herbeizuführen“. Zugegeben, dass auf letzteres bei dem ausgesprochenen Zwecke des Buches grosses Gewicht zu legen ist, so darf doch nicht vergessen werden, dass erst die mathematische Durcharbeitung eines physikalischen Lehrsatzes die volle Herrschaft über denselben giebt; ferner mag bemerkt werden, dass der grössere Theil der Deutschen Pharmaceuten bei einigem guten Willen sehr wohl in der Lage ist, längere mathematische Ableitungen elementaren Charakters zu übersehen und in sich aufzunehmen.

Was den Stoff betrifft, so haben solche Gebiete, welche für Pharmaceuten besonderes Interesse haben, eine eingehendere Behandlung erfahren; so z. B. sind die Theorie der Waage und Wägungen, Dichtebestimmung, Osmose, Wasserluftpumpen, Absorption der Gase, Zusammenhang der specifischen Wärme mit der chemischen Zusammensetzung, Polarisation des Lichtes und Saccharimeter, u. A. m. eingehend dargestellt, während andere für den vorliegenden Zweck minder wichtige Gebiete, wie Planetenbewegung barometrische Höhenmessung, Lichtgeschwindigkeit, u. s. w. ganz übergangen oder nur kurz abgehandelt sind. Ref. ist indess der Meinung, dass auch die bevorzugten Kapitel noch wesentliche Erweiterungen erfahren müssten, um dem angehenden Pharmaceuten wirklich von Nutzen zu sein, und zwar hätten diese Erweiterungen nach der instrumentellen Seite hin zu geschehen. Die Beschreibungen der Instrumente und Apparate könnte vielfach eine eingehendere sein, namentlich aber fehlen gute Abbildungen. Die wenigen schematischen Figuren sind nicht recht geeignet, dem Anfänger das Studium zu erleichtern. Bei den mancherlei Aufgaben, die an den Pharmaceuten herantreten können, — es mag nur an Untersuchung von Lebensmitteln gedacht werden, wo Mikroskope und Polarisationsapparate in Betracht kommen, — ist eine möglichst gründliche Kenntniss der instrumentellen Hilfsmittel durchaus nothwendig.

Die klare und leicht fassliche Sprache des Lehrbuches, die übersichtliche Anordnung des Stoffes, sowie die mässigen Ansprüche, die das Buch an mathematische Vorkenntnisse stellt, machen dasselbe auch für Mechaniker zu einem geeigneten Hilfsmittel beim Studium der Physik. *W.*

Chemiker-Kalender 1886. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. Mit eine (Tabellen enthaltenden) Beilage. Berlin, Julius Springer. M. 3,00.

Der neue Jahrgang des *Chemiker-Kalenders* hat seinen Vorgängern gegenüber nicht unerhebliche Veränderungen und Zusätze aufzuweisen. Das Capitel „Technisch-chemische Untersuchungen“ hat mehrfache Erweiterungen erfahren. Unter „Thermochemie“ finden sich die Tabellen über Bildungswärme wesentlich vergrössert. Im Capitel „Licht“ sind Tabellen über Wellenlängen und Brechungsindices neu hinzugekommen. Bedeutende Erweiterungen musste naturgemäss der Abschnitt über Elektrochemie erfahren. Verf. hat sonach nichts versäumt, um auch in diesem Jahre den Kalender den Fortschritten der Wissenschaft gemäss zu gestalten. Die zahlreichen Tabellen der Beilage machen den Kalender auch für Nicht-Chemiker zu einem nützlichen Rathgeber. *W.*

C. Bohn. Die Landmessung. 1. Hälfte. Berlin, Springer. M. 12,00.

W. Jordan. Grundzüge der astronomischen Zeit- und Ortsbestimmung Berlin, Springer. M. 10,00.

Sternhimmel, zu jeder Stunde des Jahres. Ausgabe für Deutschland. Mit Drehvorrichtung. 2. Aufl. Leipzig, Leipziger Lehrmittelanstalt. M. 1,25.

A. Schwarz. Die Kälteerzeugungsmaschinen. Mähr.-Ostrau, Prokisch. M. 1,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 3. November 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr Bamberg macht Mittheilung über die Antworten, welche auf die Anfrage betreffs Betheiligung der Mechaniker an der für das Jahr 1888 in Berlin geplanten

Deutschen Gewerbe-Ausstellung eingegangen sind. Von den 185 Mitgliedern sind 139 Antworten eingegangen. Von diesen haben sich 129 für die Ausstellung ausgesprochen und nur 10 dagegen; von ersteren wollen sich 75 bestimmt betheiligen, während 21 ihre Betheiligung noch von Umständen abhängen lassen; die übrigen 33 für die Ausstellung votirenden Stimmen entfallen auf Beamte oder nicht selbständige Mechaniker. Die überwiegende Mehrzahl der Mechaniker hat sich demnach für Betheiligung an der Ausstellung ausgesprochen.

Die Herren Bamberg und Dr. Czapski sprechen sodann über die Abbe'sche Methode der Fädenbeleuchtung bei astronomischen Instrumenten, bezüglich welcher die Leser auf die Abhandlung im October-Heft S. 357 verwiesen werden. Herr Bamberg hatte zwei Instrumente ausgestellt, welche mit dem Abbe'schen Diaphragma versehen waren, so dass die Anwesenden sich von der vorzüglichen Wirkung der Methode überzeugen konnten.

Hieran schliesst sich eine kurze Discussion über die Handhabung des Unfallversicherungsgesetzes. An derselben betheiligen sich die Herren Reimann, Färber, Handke und Bamberg. Der Vorsitzende empfiehlt den Vertretern der Gesellschaft in der Berufsgenossenschaft, den Herren Reimann und Sprenger, die hierbei ausgesprochenen Wünsche zur Berücksichtigung.

Herr Naake macht endlich noch Mittheilung von einem Lack für Messing. Der Vortragende hat einfache Tischlerpolitur mit Russ gemischt und diese Masse, wie auch die vorliegenden Proben beweisen, für Messing sehr geeignet gefunden.

Sitzung vom 17. November 1885. Vorsitzender Herr Fuess.

Herr Dr. W. Zenker sprach über „Kometen, Sternschnuppen und Feuerkugeln." Der Vortrag erregte lebhaftes Interesse, doch kann auf den Inhalt, als den Zielen dieser Zeitschrift zu fern liegend, hier nicht näher eingegangen werden.

Herr Stückrath macht dann Mittheilung von seinem Verfahren zum Löthen von Aluminium. Der Vortragende hat Versuche mit dem im diesjährigen Mai-Hefte dieser Zeitschrift S. 180 angegebenen Aluminiumloth gemacht, das ihm für seine Zwecke besonders geeignet erschien, da es kein Zink enthält und daher ein Oxydiren weniger leicht zu befürchten war. Das Recept erwies sich aber als nicht brauchbar; das Loth wollte durchaus nicht haften. Herr Stückrath ist daher zu seinem früheren Verfahren zurückgekehrt. Dasselbe besteht für ein schwerflüssiges Loth in einer Mischung von 8 Gewichtstheilen Kupfer, 12 Th. Aluminium, 80 Th. Zink und für ein leichtflüssiges in einer Mischung von 4 Th. Kupfer, 6 Th. Aluminium und 90 Th. Zink. Kleine Quantitäten werden in einer etwas ausgehöhlten Holzkohle vor dem Löthrohr zusammengeschmolzen, indem man 0,5 g Kupfer zu einem Tropfen schmilzt, dann 0,75 g Aluminium in mehreren Portionen hinzugiebt und endlich 11,25 g Zink hinzusetzt; die geschmolzene Masse rührt man etwas um und lässt sie dann erkalten. Das Löthen selbst geschieht in folgender Weise: Beide auf einander zu löthende Flächen werden frisch gereinigt (nicht mit Schmirgel sondern mit dem Schaber), ein Stückchen Loth darauf gelegt und in der Flamme einer Löthlampe erhitzt. Sobald das Loth schmilzt, haftet es auch sofort auf dem Aluminium. Ein Flussmittel kommt nicht zur Anwendung, sondern man streicht das geschmolzene Loth, soweit erforderlich, mit einem kleinen Löthkolben auseinander. Sind beide zu verbindende Stücke auf diese Weise mit Loth versehen, so werden sie aufeinander gelegt und nochmals bis zum Schmelzen des letzteren erhitzt. Die Löthung ist so vollkommen, wie sie nur bei irgend einem anderen Metall sein kann.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

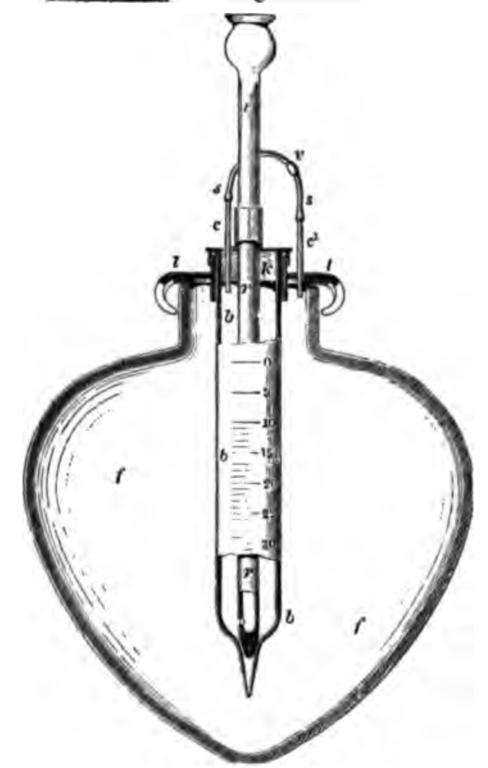
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Messrädchen. Von R. Jakob in Metz. No. 32452 vom 28. Jan. 1885.

Das Messrädchen hat, wie die Punktirrädchen, gleichmässig von einander entfernte Spitzen. Um aber die Umdrehungen zählen zu können, wird dasselbe nach einem bestimmten Drehwinkel mittels eines an die Fassung des Rädchens sich anlegenden Stiftes gehemmt, dann um 180° um die Griffaxe gedreht, weiter gerollt, gehemmt u. s. w.

Regenerativ-Element. Von P. Jablochkoff in Paris. No. 32399 v. 25. Dec. 84.

Bei diesem Elemente besteht die eine Elektrode aus zwei Metallen von verschiedenem Oxydationsgrade, von denen das eine (Blei *B*) infolge der oxydirenden Wirkung der feuchten Luft auf das andere (Natrium *A*) sich mit Wasserstoff belegt. Beide Metalle sind durch Leiter *a* und *b* verbunden. Die andere Elektrode besteht aus einem den Sauerstoff der Luft absorbirenden Leiter erster Klasse (Kohle *D*), und ist durch Fliesspapier *C* von der ersten Elektrode getrennt. Um die Absorption der Luft durch die Kohle zu erleichtern, wird diese mit Sauerstoff absorbirenden Körpern, wie z. B. Mangan- oder Eisenoxydulsulfat u. s. w. imprägnirt.



Apparat zum Prüfen der Luft auf ihren Kohlensäuregehalt. Von E. Nienstädt in Berlin und M. Ballo in Budapest. No. 32426 vom 27. Januar 1885.

Bei diesem Apparat wird zur Prüfung der Luft auf ihren Kohlensäuregehalt eine Lösung von Aetzkali oder Aetznatron und Chlorbarium in Wasser angewendet, welcher als Indicator Phenolphtalein zugesetzt ist. Der Apparat besteht aus einem Gefäss *f*, mit dessen Verschluss *l* eine zur Aufnahme der vorerwähnten Absorptionsflüssigkeit dienende Bürette *b* in Verbindung steht. Die Bürette enthält behufs Regulirung des Ausflusses einen Abschlussstempel *r*. Durch die Röhrchen *c* und *c'* und den Schlauch *s* mit Ventil *v* ist der Luftraum der Bürette mit demjenigen des Gefässes *f* in Verbindung gesetzt.

Zeicheninstrument mit libellenartigem Neigungsmesser. Von J. B. Schöner in Passau. No. 33120 vom 6. März 1885.

Auf einer Reissschiene, einem Winkelbrettchen oder dergl. ist ein hohlcylindrischer Glaskörper angebracht, welcher zum Theil mit Flüssigkeit gefüllt und in der Ebene des Zeicheninstrumentes mit einer Gradscale versehen ist, an welcher der Spiegel der Flüssigkeit die Neigung bezw. Richtung des Instrumentes anzeigt.

Neuerung an galvanischen Gaselementen. Von A. Bernstein in Frankfurt a. M. No. 32822 vom 21. Februar 1885.

Um die in Gaselementen als Elektroden zur Anwendung kommenden Kohlenplatten absorptionsfähiger für Wasserstoff und Sauerstoff zu machen und eine Verdichtung dieser

Gase in den Kohlen zu erzielen, werden die positiven Kohlen mit einem Ueberzug von Palladium und die negativen mit einem Ueberzug von Platin versehen.

Elektrischer Flüssigkeits-Messapparat. Von F. M. King und J. M. Porter in Leeds, England. No. 32362 vom 24. Oct. 1884.

Die zu messende Flüssigkeit wird in das Gefäss *a* gebracht, welches mit einem Schwimmer *f* versehen ist, der eine auf den Stangen *e e'* schleifende Contactfeder *c* trägt. Diese schliesst, sobald dieselbe mit einem der leitenden Abschnitte *g* der Stange *e'* in Berührung kommt, den Stromkreis eines Elektromagneten, welcher ein Zählwerk in Bewegung setzt.

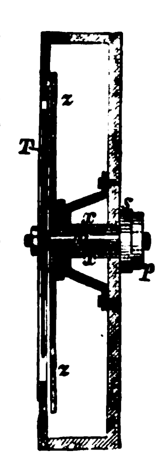
Die Patentschrift beschreibt auch ein zugehöriges Zählwerk und einen Hahn, welcher die elektrische Leitung unterbricht, wenn mittels desselben Flüssigkeit aus einem grösseren Behälter nach *a* abgelassen wird.



Selbstregistrirender Strommesser. Von A. Frank in München, No. 32897 vom 21. Januar 1885.

Dieses Instrument zeichnet die sogenannte Verticalgeschwindigkeitscurve für Wasserläufe, deren Abscissen die Wassertiefen und deren Ordinaten eine Function der Wassergeschwindigkeit sind, selbstthätig auf. Der Strommesser wird beim Gebrauch versenkt, und aus der Versenkungsbewegung die Drehung eines Papiercylinders hergeleitet. Hierzu giebt die Patentschrift verschiedene Constructionen an. Durch den Druck des fliessenden Wassers gegen eine widerstandsfähige, mit einer Schraubenfeder verbundenen Platte wird die Verschiebung eines auf jenem Papiercylinder gleitenden Schreibstiftes bewirkt.

Anzeigeapparat für die Summirung entgegengesetzt gerichteter Grössen. Von G. Lippegaus in Berlin. No. 31180 vom 4. Juli 1884.



Der Anzeigeapparat soll Anwendung finden z. B. als Wasserstandszeiger bei Reservoiren, die gleichzeitig gefüllt und geleert werden und daher ihr Niveau stetig ändern; ferner als Controlapparat, welcher die jeweilige Personenzahl festzustellen hat, die sich durch Ab- und Zugang stetig ändert.

z ist ein Zifferblatt, welches auf der hohlen Axe *x* befestigt und mit derselben drehbar ist, *T* ein Zeiger, der sich mit der Axe *y*, welche in *x* geführt wird, dreht. Mit der Zifferblattnabe ist ein Schaltrad *s*, mit der Zeigeraxe das Schaltrad *p* verbunden. Zifferblatt und Zeiger drehen sich in demselben Sinne. Wirkt bei *p* eine Kraft, so wird der Zeiger vorrücken; wirkt dann bei dem Schaltwerk *s* eine dem Sinne der ersteren entgegengesetzte Kraft, so rückt das Zifferblatt ebenfalls vor und die jeweilige Stellung des Zeigers zum Zifferblatt zeigt stets die Summe der bei *s* und *p* zur Wirkung gekommenen Grössen an.

Metall-Legirungen, genannt „Ferro-Neusilber“ und Verfahren zu deren Herstellung. Von Société Anonyme „Le Ferro-Nickel“ in Paris. No. 33099 vom 20. Januar 1885. (P.-B. 1885. No. 46.)

Verfahren zur Ueberführung des Kupfers und seiner Legirungen in ein sehr ductiles, bezw. sehr hartes Metall durch Zusatz von Chrom. Von L. J. O. Mouchel in Paris. No. 33102 vom 6. März 1885. (1885. No. 46.)

Geschwindigkeitsanzeiger mit Luftdruck. (2. Zusatz-Patent zu No. 31540 vom 12. August 1884.) Von R. John in Kiel. No. 33126 vom 9. April 1885.

Eine Modification an dem Apparate, dessen Princip auf S. 255 dieses Jahrganges kurz erklärt wurde, zu dem Zweck, die Angaben an weit entfernter Stelle sichtbar zu machen. (1885. No. 46.)

Für die Werkstatt.

Galvanisirung von Guss- und Schmiedeeisen. Techniker 7. S. 236.

Um Guss- und Schmiedeeisen auf kaltem Wege zu galvanisiren, müssen dieselben erst rein gebeizt werden, was erreicht wird, indem man die Gegenstände einige Minuten in einem Gemisch von 100 Th. Wasser, 55 Th. Salzsäure, 5 Th. Schwefelsäure und 2 Th. Glycerin liegen lässt. Hierauf wäscht man dieselben in Wasser ab und behandelt sie zur Entfernung der noch vorhandenen Säuren mit einer Potaschenlösung von 10 %. Nach dem Reinbeizen bringt man die Gegenstände in ein Bad bestehend aus 1000 Th. Wasser, 5 Th. Zinnsalz, 4 Th. Chlorzink, 8 Th. Cremor-Tartari, 4 Th. schwefelsaure Thonerde und 10 Th. Chlor-Aluminium. Je nach der zu erreichenden Dicke des Ueberzugs verbleiben die Gegenstände 3 bis 12 Stunden in diesem Bade. *Wr.*

Härteverfahren für Gussstahl-Gewindebohrer. Deutsche Industrie-Zeitung. 1885. S. 338.

Man menge 50 Th. Hischklauenpulver, 50 Th. Chinarinde, 25 Th. Kochsalz, 15 Th. raffinirten Salpeter und 15 Th. Ferrocyankalium, alles gut pulverisirt, zusammen und reibe das Gemisch mit 100 Th. schwarzer Seife zu einem Brei ein, der 2 Stunden getrocknet wird. Das zu härtende Stück wird über Holzkohlenfeuer dunkelroth erwärmt unter geringem Windzufluss. Hierauf wird der Brei aufgestrichen und das Werkzeug abermals über das Feuer gebracht, wobei zu beobachten ist, dass die Masse nicht brennt, sondern sich einzieht. Zum Schluss wird das Werkzeug in kaltem Wasser abgekühlt. Welchen Zweck das Kochsalz und die theure Chinarinde dabei haben sollen, vermögen wir nicht recht einzusehen. *Wr.*

Anlaufen fertiger Stahlgegenstände. Riga'sche Industrie-Zeitung. 1885. S. 198 nach: Journal Suisse d'Horlogerie.

Es kommt vor, dass an harten Stahltheilen noch etwas zu verbessern ist, was jedoch in Folge des hohen Härtegrades nicht direct ausgeführt werden kann. Lässt man den Gegenstand anlaufen, so ist die Politur verdorben, weil sie blau wird; das Stück muss dann von Neuem polirt werden, was mit Zeitverlust verbunden ist. Um dies zu vermeiden und fertig polirte harte Stahltheile anlaufen zu lassen, ohne dass die Politur beschädigt wird, verfährt man nach obiger Quelle in folgender Weise: Man bestreiche den Gegenstand mit Oelschmutz vom Schleifstein und lasse dann den betreffenden Theil genügend anlaufen, wozu man mit dem Blasrohr die Flamme auf die Stelle richtet, welche erweicht werden soll. Nach vollendeter Verbesserung reinigt man den Gegenstand mit Benzin. *Wr.*

Universalkitt. Deutsches Baugewerks-Blatt. 1885. S. 590.

Es werden 4 Th. Alabastergips und 1 Th. fein gepulvertes Gummi arabicum mit einer kalt gesättigten Boraxlösung zu einem dicken Brei gerührt, wodurch man einen praktisch bewährten vorzüglichen Kitt für Stein, Glas, Bein, Horn, Porzellan und Holz erhält, welcher marmorhart wird und das Angenehme hat, erst nach 24 bis 30 Stunden zu erhärten. *Wr.*

Schmirgelräder. Techniker. 7. S. 259.

Um sowohl alte als auch neue Schmirgelräder zuzurichten, hat die Firma Smith in Chicago ein Werkzeug construirt, welches darin besteht, dass am Ende eines einfachen Griffs ein kleiner Stahlcylinder angesetzt ist, dessen Fläche schraubenförmig scharf gerieft ist, so dass scharfe Kanten, die nach einem besonderen Process gehärtet sind, gebildet werden. Soll eine alte am Rande abgenutzte Schmirgelscheibe wieder zugerichtet werden, so wird, während die Scheibe mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit rotirt, das Werkzeug mit dem gerieften Stahlcylinder einfach dagegen gehalten, wobei die scharfen Kanten die Fläche des Steins aufbrechen und so eine frische Fläche bloslegen, welche dann wie die Schmirgelfläche eines neuen Steins arbeitet. Bei der Benutzung bewege man das Werkzeug abwechselnd etwas zur Seite, damit es in verschiedener Weise angreifen kann. Um die Augen gegen abfliegenden Schmirgel zu schützen, ist der Stahlcylinder zum Theil im Halter eingeschlossen. *Wr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Namen- und Sach-Register.





